# Untersuchungen

über die

# Möglichkeit eines neuen Aufbereitungprinzips unter Verwendung von Schäumen

---

VON DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU BRESLAU

ZUR

ERLANGUNG DER WÜRDE EINES DOKTOR-INGENIEURS
GENEHMIGTE DISSERTATION

EINGEREICHT VON

**Dipl.-Ing. RICHARD JAFFÉ**
AUS FRANKFURT A. M.

REFERENT:
PROF. K. FRIEDRICH

KORREFERENT:
PROF. DR. R. SCHENCK

---

HALLE (SAALE)
VERLAG VON WILHELM KNAPP
1913

47966

# Untersuchungen

über die

# Möglichkeit eines neuen Aufbereitungprinzips unter Verwendung von Schäumen

VON DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU BRESLAU

ZUR

ERLANGUNG DER WÜRDE EINES DOKTOR-INGENIEURS
GENEHMIGTE DISSERTATION

EINGEREICHT VON

ACAD.
LUGD.BAT
BIBL.

Dipl.-Ing. RICHARD JAFFÉ
AUS FRANKFURT A. M.

REFERENT:
PROF. K. FRIEDRICH

KORREFERENT:
PROF. DR. R. SCHENCK

HALLE (SAALE)
VERLAG VON WILHELM KNAPP
1913

MEINEN ELTERN

## Inhaltsverzeichnis.


| | | Seite |
|---|---|---|
| Vorwort | | 7 |
| I. | Einleitung | 7 |
| II. | a) Schaumbildung | 8 |
| | b) Reproduzierbarkeit von gleichartigen Schäumen | 9 |
| III. | a) Versuche auf ruhender Schaumschicht | 10 |
| | b) Besprechung der Resultate | 14 |
| | c) Erzeugung einer sich gleichmäßig vorwärtsbewegenden Schaumschicht | 18 |
| | d) Versuche auf sich fortbewegender Schaumschicht | 19 |
| | e) Besprechung der Resultate | 22 |
| IV. | Verwendungsgebiet in der Praxis | 30 |
| V. | Zusammenfassung | 31 |

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549813_0060

## Vorwort.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, darüber Aufklärung zu bringen, ob ein Aufbereitungsverfahren unter Verwendung von Schäumen überhaupt möglich ist. Die Notwendigkeit für eine derartige grundlegende Untersuchung ergab sich aus der Tatsache, daß ein Verfahren, welches sich der Oberflächenspannung von Schäumen zur Trennung von Aufbereitungsgut bedient, weder in der fachtechnischen Literatur, noch in deutschen Patentschriften beschrieben ist.

Weiterhin ist zum klaren Verständnis über das Ziel der Untersuchungen zu betonen, daß nicht die Absicht bestand, exakte, rein physikalische Versuche anzustellen, die gleichfalls auf dem behandelten Gebiete noch zu fehlen scheinen. Daß sich aus einer rein physikalischen Bearbeitung der bei der Untersuchung des Verfahrens zutage getretenen Probleme unter Umständen recht interessante Resultate von allgemeiner Bedeutung ergeben würden, halte ich für sehr wahrscheinlich.

Die Arbeit wurde während der Monate Juni bis Dezember 1911 im metallhüttenmännischen Institute der Kgl. Technischen Hochschule Breslau ausgeführt, wo auch alle für die Versuche nötigen Apparate nach besonderen Angaben hergestellt worden sind.

An dieser Stelle möchte ich nicht verfehlen, Herrn Prof. K. Friedrich für die weitgehende Unterstützung während der Untersuchungen und seinen wertvollen Rat bei der Verarbeitung der Resultate meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

---

I.

## Einleitung.

Das 19. Jahrhundert, in dem sich die Naturwissenschaft und Technik zu ungeahnter Größe entfalteten, hat auch der Aufbereitungstechnik eine großartige Entwicklung gebracht.

Bis vor etwa 20 Jahren benutzte man in der nassen Aufbereitung fast ausschließlich Verfahren und Apparate, bei denen man die Trennung der zu verarbeitenden Rohprodukte nach der Fallgeschwindigkeit im Wasser bewirkte. Ein Beispiel für die weitgehende Verwendung dieses Prinzips ist die Setzmaschine, die auch heute noch eine wichtige Rolle in der Aufbereitungstechnik spielt. Während man nun im Anfange für die theoretische Behandlung dieser Gruppe von Maschinen die Gesetze vom freien Fall in Anwendung brachte, erkannte man später, daß dies nicht ganz zutrifft. Bei der Setzmaschine fallen die zu trennenden Körner stets nur über ganz kleine Strecken und stören sich gegenseitig nicht unerheblich in ihrer freien Bewegung, wodurch sich wesentlich variierte Verhältnisse ergeben. Die hierfür maßgebenden Gesetze hat man dann als die „Gesetze des Falles im beengten Raume“ bezeichnet. Im „beengten Raume“ eilt zum Beispiel „das kleinere und schwerere Korn dem im freien Raume gleichfälligen größeren und leichteren erheblich voraus.“[1] Auf diese Tatsache gründet sich u. a. die Wirkungsweise des Graupenbetts.

Nun sind die auf den genannten Prinzipien beruhenden Verfahren mit Erfolg natürlich nur dann anwendbar, wenn die zu trennenden Mineralien hinsichtlich ihrer spezifischen Gewichte stark voneinander abweichen. Ist dies nicht der Fall, dann begegnet die Trennung großen Schwierigkeiten, ja sie wird für einige, und sogar häufig vorkommende Mineralkombinationen geradezu unmöglich. Deshalb traten zu diesen älteren Aufbereitungsverfahren, die z. T. eine

---

1) E. Treptow, Grundzüge der Bergbaukunde, einschließlich Aufbereitung und Brikettieren, IV. Aufl., Wien und Leipzig 1907, S. 487.

schon Jahrhunderte alte Geschichte haben, im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts neue, andersartige hinzu, denen weder die Gesetzmäßigkeit des „freien Falles“ noch des „Falles im beengten Raume“ zugrunde lag.

Von diesen neueren nassen Aufbereitungsverfahren, die sich z. T. schon ein recht großes Verwendungsgebiet erobert haben, seien hier als einige der bekanntesten genannt: die magnetische Aufbereitung (mit dem Gröndal-Separator, in neuester Zeit mit dem Ullrich-Scheider), die Behandlung fein zerkleinerter Erze mit verdünnten Säuren (nach Delprat, DRP. Kl. 1a, Nr. 155563, 156450, 169538 und Murex, DRP. Kl. 1a, Gr. 25, Nr. 229672) und die Aufbereitung unter Verwendung von Ölen (Elmore, DRP. Kl. 1a, Nr. 133098, 123515 und zahlreiche verwandte Verfahren). Während nun für die magnetischen Trennungsmethoden wie für die Säureverfahren die theoretischen Grundlagen wohl ziemlich klar liegen, sind diese für die Ölverfahren z. Z. noch in Dunkel gehüllt. Glatzel[1] gelangt zu der Anschauung, daß man eine Erklärung findet, „wenn man die Spannungsverhältnisse an den Trennungsflächen von Mineralkorn, Öl und Wasser in Betracht zieht“.

Auch in dem hier zu behandelnden neuen Verfahren, das sich hinsichtlich seiner Ausführung und Hilfsmittel von allen bisherigen wesentlich unterscheidet, sind zweifellos, wie weiter unten ausgeführt werden wird, Spannungsverhältnisse von großem Einfluß auf seine Wirksamkeit. Nebenbei wird aber das Korn noch gezwungen, seinen Weg durch einen „beengten Raum“ zu nehmen.

Bisher ist es in der Aufbereitungstechnik noch nicht versucht worden, diesen beengten Raum künstlich in der Art herzustellen, daß ihn das zu trennende Korn unter einfachem Falle durchdringen muß; bei der oben gestreiften Verwendung des Graupenbettes in der Setzmaschine wird sowohl das zu trennende Korn wie das ganze Graupenbett durch den auf- und niedergehenden Kolben bewegt.

Gelingt es, den „beengten Raum“ auf einfache Weise zu erzeugen, so ist es am vorteilhaftesten, ihn auf einem Medium beweglich zu machen, in dem das Korn nach dem Durchdringen des beengten Raumes zur Ruhe kommt.

Das Verfahren, das Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist, sucht dieses Ziel u. a. dadurch zu erreichen, daß das aufzubereitende Gut eine Schaumschicht durchdringt, die auf einer Flüssigkeit schwimmt. Da, wie auf Seite 9 behandelt, nur Flüssigkeiten mit ungewöhnlichen Oberflächenspannungsverhältnissen einen Schaum bilden können, ist es ohne weiteres klar, daß bei derartigen Verfahren, ähnlich den mit Mineralölen arbeitenden, eben auch Spannungsverhältnisse einen gewissen Einfluß ausüben werden.

---

## II.

## a) Schaumbildung.

Da zur Durchführung des Verfahrens Schäume benutzt werden, ist vorerst eine kurze Zusammenstellung über Schaumbildung von Interesse.

Leider herrscht über die Gesetze der Bildung, der Haltbarkeit, der Festigkeit, der Feinheit usw. eines Schaumes noch keine vollständige Klarheit; deshalb mögen hier nur einige Beobachtungen und Feststellungen Platz finden, ohne tiefer auf physikalische Einzelheiten oder Theorien einzugehen.[2]

Nach der Wolfgang Ostwaldschen Definition[3] ist Schaum ein zweiphasiges Dispersoid, wobei die Flüssigkeit das Dispersionsmittel, die disperse Phase gasförmig ist.

---

1) R. Glatzel, Ein Beitrag zum Elmoreschen Extraktionsverfahren (Aufbereitung mit Zuhilfenahme von Ölen), Freiberg i. Sa. 1908.

2) Hierzu siehe u. a.: G. Quincke, Wiedemanns Ann. 35, 1888; 53, 1894; Ann. d. Phys. 7, 1902; 9, 1902; 10, 12, 1903; 13, 1904. Rayleigh, Proc. Roy. Soc. 48, 1890; Roy. Inst. Lect. 28. III, 1890. A. Pockels, Ann. d. Phys. 8, 1902. Metcalf, Zeitschr. f. phys. Chem. 52, 1905. J. Loeb, Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen, Leipzig 1906. F. G. Donnan, Zeitschr. f. phys. Chem. 31, 1899. Bechhold & Ziegler, Zeitschr. f. phys. Chem. 56, 1906. Bütschli, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma, Leipzig 1892 u. a. m.

3) Wolfg. Ostwald, Grundriß der Kolloidchemie, II. Aufl., Dresden 1911.

Nicht jede Flüssigkeit ist dazu geeignet, einen Schaum zu bilden; sie muß hierfür folgenden Bedingungen genügen:[1]

1. ihre Oberflächenspannung muß eine niedrige sein;
2. ihre Viskosität muß so groß sein, daß die Flüssigkeit zusammenhängende Lamellen bilden kann.

Diesen Bedingungen entspricht auch die Beobachtung, daß selten reine Flüssigkeiten schäumen, wie z. B. Wasser, Alkohol usw.; kann man aber durch irgendwelche Zusätze die Oberflächenspannung von solchen Lösungen herabsetzen, so gelingt es, durch Schütteln oder dergleichen einen Schaum zu erzeugen.

Bei Wasser sind als derartige Zusätze, die die Oberflächenspannung herabsetzen, besonders hervorzuheben:

1. organische Verbindungen von hohem Molekulargewicht, wie z. B. Oleate, Stereate oder dergleichen;
2. organische Kolloide, von denen man ja auch ein hohes Molekulargewicht annimmt.

Durch diese Zusätze sinkt die Oberflächenspannung des Wassers, die Lösung erlangt also die Fähigkeit, größere Oberflächen zu bilden. Ist außerdem ihre Viskosität genügend groß, so bildet sie bei inniger Berührung mit Gas einen Schaum.

Um zu untersuchen, was für ein Schaum sich für die geplanten Versuche am besten eigne, wurden einige Schüttelversuche angestellt; aus diesen ergab sich, daß unter den drei untersuchten Schäumen: Blutschäumen, Leimschäumen und Saponinschäumen, den letzteren für die geplanten Experimente der Vorzug zu geben war. Saponinschaum löst sich restlos nach dem Schütteln in der darunterstehenden Flüssigkeit. Höherprozentige Kolloidschäume tun dies nicht; der Schaum haftet nämlich nach dem Schütteln als feine, anscheinend feste Häutchen am Glase. Der Grund hierfür ist wohl der, daß bei den höherprozentigen Kolloidschäumen während und nach der Schaumbildung Koagulationsvorgänge eine gewisse Rolle spielen.

Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß es gelingt durch Zusätze gewisser Salze, die einer Koagulation entgegenwirken, auch einen gut brauchbaren Kolloidschaum zu erzeugen, der restlos in der unter ihm stehenden Flüssigkeit vergeht. Andererseits wird es wohl durch Zusatz von Salzen aus der „Hofmeisterschen Ionen-Reihe“ möglich sein, einen so niedrigprozentigen Kolloidschaum von ausreichender Viskosität herzustellen, daß Koagulationsvorgänge eine ganz kleine, wohl verschwindende Rolle spielen.

Die Versuche wurden nach diesen Richtungen hin nicht ausgedehnt, nachdem in der Auswahl von Saponinschaum die erste Basis für die geplanten Untersuchungen geschaffen war.

## b) Reproduzierbarkeit von gleichartigen Schäumen.

Weiterhin mußte eine Methode gewählt werden, die gestattete, darüber Aufschluß zu geben, wie sich Mineralkörner bei dem Durchdringen von ruhenden Schaumschichten verhalten.

Hierfür ergeben sich zahlreiche Schwierigkeiten, von denen einige im nachstehenden angedeutet werden sollen: Es ist sehr schwer möglich, für die verschiedenen Versuchsreihen ein und dieselbe Schaumschicht mit gleichen Eigenschaften darzustellen. Am besten würde man dies wohl noch erreichen, wenn man während einer bestimmten Zeit vor Beginn eines jeden Versuchs in einer gleichbleibenden, saponinhaltigen Flüssigkeit mit einem gleichbleibenden elektrischen Strome bei gleicher Temperatur und gleichem Barometerstand eine Gasmenge freimacht, wobei jedesmal ein angenähert gleichmäßiger Schaum entstehen müßte.

Aber selbst bei Ausführung von Einzelversuchen auf stets gleichmäßig dargestellter Schaumschicht hat man nicht die Gewähr, daß man jedesmal unter gleichen Verhältnissen arbeitet. Die Schaumschicht ist in einem gegebenen Zeitpunkt nicht an allen Stellen gleich stark. So kann sie am Rande mächtiger wie in der Mitte sein. Vor allem aber ändert sich ihre Mächtigkeit im Laufe der Zeit. Besonders wird sich immer eine Veränderung der Mächtigkeit an der Durchdringungsstelle des Untersuchungsmaterials zeigen.

---

1) H. Freundlich, Kapillarchemie, Leipzig 1909.

Deshalb müßte man auf einer nach der oben geschilderten Methode hergestellten Schaumschicht eine bestimmte Zeit nach Bildung des Schaums einen einzigen Fallversuch vornehmen. Am vorteilhaftesten geschähe dies in der Art, daß man das Korn stets an der gleichen Stelle der Schaumoberfläche einfallen ließe. Wählt man z. B. eine solche Versuchsanordnung, daß das den Schaum enthaltende Gefäß auf die gleiche Stelle einer festen Unterlage einstellbar ist (z. B. in einen festen Rahmen), so dürfte die das Korn fassende und loslassende Vorrichtung nur in vertikaler Richtung verschiebbar und verstellbar sein.

Auch das Korn aus stets gleichem Abstande von der Schaumoberfläche fallen zu lassen, begegnet infolge der unregelmäßigen Gestalt des Untersuchungsmaterials großen Schwierigkeiten.

III.

## a) Versuche auf ruhender Schaumschicht.

Statt dieser Versuchsanordnungen wurde eine einfachere Untersuchungsmethode ausgearbeitet, die zwar nur rohe Durchschnittswerte ergibt, von denen man aber auf Grund besonderer Kontrollversuche wohl mit Recht annehmen kann, daß die erhaltenen Werte das typische Verhalten des untersuchten Korns wiedergeben.

Es wurde auf folgende Weise gearbeitet:

Als Versuchsmaterial für die Herstellung eines Schaumes diente eine Saponinlösung, die sich durch ihre Eigenschaft, bei leichtem Schütteln einen feinblasigen, nicht zu schnell vergehenden Schaum zu bilden, für die Untersuchungen als besonders geeignet erwies.

Mit 4000 ccm Leitungswasser wurde unter Zusatz von 23 ccm $Na_2CO_3$-Normallösung eine 0,015proz. Saponinlösung hergestellt; das benutzte Saponin war „Sap. pur. alb." von E. de Haën. Durch einen Heber wurde aus diesem Vorrat nach mehrmaligem Umrühren in ein zylindrisches Glasgefäß von ca. 10 cm Durchmesser ein stets gleiches Quantum Lösung abgelassen, und das zylindrische Gefäß 20mal kräftig mit der Hand geschüttelt. Hierbei bildete sich schon eine Schicht feinblasigen Schaumes, so daß dann bis zu einer Marke am Rande des Gefäßes Saponinlösung nachgefüllt werden konnte. Daraufhin wurde nochmals 20mal geschüttelt, und vorsichtig, um die gebildete Schaumschicht nicht zu zerstören, so viel Lösung nachgegeben, daß die Schaumoberfläche mit dem oberen Gefäßrand abschloß.

Diese, auf stets die gleiche Weise gebildete Schaumschicht war kurz nach der Herstellung etwa 1,7 cm stark; hatte ihre Mächtigkeit im Verlaufe der Experimente ungefähr um 1 cm abgenommen, so wurde die Versuchsreihe abgebrochen, und auf die beschriebene Weise eine neue Schaumschicht hergestellt. Die alte, gebrauchte Lösung des vorhergegangenen Versuchs wurde zu dem ursprünglichen Vorrat an Saponinlösung zurückgegeben, wobei man besonders darauf achtete, daß auch der von dem Versuche noch übriggebliebene Schaum zu dem Ausgangsmaterial zurückkam.

Die Abnahme des Schaumes um etwa 1 cm im Verlaufe der Versuche hat wohl weniger ihren Grund in einem Vergehen des Schaumes, als in der Tatsache, daß die größeren Mineralkörner einen Teil der ihnen begegnenden Schaumblasen zerstören, einen anderen Teil in die unter dem Schaume stehende Flüssigkeit mitreißen, wo die Schaumblasen dann verschwinden.

Auf solchen nach diesen Angaben gebildeten Schaumschichten wurden nunmehr Fallversuche mit Mineralkörnern angestellt und zwar auf folgende Weise:

Das zu prüfende Mineral wurde in eine eigenes hierfür gefertigte Zange eingeklemmt, deren Faßweite mittels Schraube und Mutter verstellbar war. Die Zange wurde durch einen elektrischen Strom geschlossen, und zwar durch Einwirkung auf ein zylindrisches Eisenstück in einer Spule. Dann wurde die an einem Stativ befestigte Zange mit dem Korn über einer Schaumschicht in dem zylindrischen Gefäß so eingestellt, daß das Mineralkorn einen möglichst kleinen Weg in der Luft zurückzulegen brauchte, um die Schaumoberfläche zu erreichen. Wurde nunmehr durch einen Morsetaster der Stromkreis unterbrochen, so ließ die Zange das Korn fast stoßfrei los. Im Moment des Unterbrechens, also Loslassens, wurde eine Stoppuhr in Gang

gesetzt, die sistiert wurde, sobald das Korn die Schaumunterfläche verließ und somit in die Flüssigkeit eintrat; auf diese Weise wurden Zeitdifferenzen von etwa 1 bis 30 Sek. beobachtet.[1]

Die nachgenannten Mineralien wurden in der Reihenfolge untersucht, daß man mit den gröberen Korngrößen begann, um dann zu den feineren überzugehen, wobei man die Versuche zuerst mit trockenem und dann mit nassem Material durchführte. Untersucht wurden folgende Mineralien:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A. | Bleiglanz von Freiberg . . . . . | Spez. Gew. | 7,3 |
| B. | Pyrit von den Lofoten . . . . . | „ „ | 4,7 bis 5,2 |
| C. | Ilmenit von Kragerö . . . . . | „ „ | 4,6 bis 5,2 |
| D. | Magnetkies von Franklin N. J. . . . . | „ „ | 4,5 bis 4,6 |
| E. | Chromit von Numea N. K. . . . . | „ „ | 4,5 bis 4,8 |
| F. | Kupferkies von Freiberg . . . . . | „ „ | 4,1 bis 4,3 |
| G. | Psilomelan von Langenborn . . . . . | „ „ | 4,1 bis 4,3 |
| H. | Quarz von Breslau . . . . . | „ „ | 2,9 |
| I. | Dolomit von Kragerö . . . . . | „ „ | 2,7 |
| K. | Kohle von Oberschlesien . . . . . | „ „ | 1,2 bis 1,5. |

Für ihre Wahl war zunächst das spezifische Gewicht und ihre chemische Konstitution maßgebend. Die ausgewählten Mineralien sollten eine Reihe der häufigeren Gegenstände der Aufbereitung von einem spezifisch schweren Mineral (Bleiglanz, spez. Gew. 7,3) zu einem spezifisch

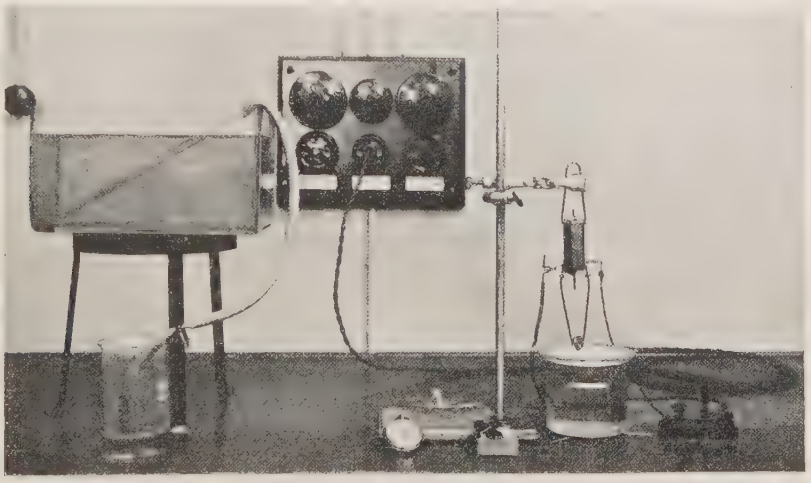

Fig. 1.

leichten (Kohle, spez. Gew. 1,2 bis 1,5) bilden. Ferner sollten Mineralien vertreten sein, die zwar ein ähnliches oder gleiches spezifisches Gewicht zeigen, deren chemische Konstitution aber voneinander verschieden ist, wie z. B. Sulfid und Oxyd, Karbonat und Oxyd usw. Erst im Laufe der Untersuchungen stellte es sich heraus, daß neben dem spezifischen Gewicht und der chemischen Konstitution auch die Spaltbarkeit und der Mineralhabitus für das Verhalten des Korns maßgebend sein können.

Die Versuche wurden so ausgeführt, daß mit jeder Korngröße eines Minerals etwa 20 Einzelbeobachtungen angestellt wurden, die sich nicht auf nur eine Schaumschicht beschränkten; aus den so gewonnenen Werten wurde das arithmetische Mittel gezogen und in die später folgende Tabelle 1 eingetragen. Die Größen unter einer Sekunde sind nur geschätzt, worin man eine ziemliche Übung und wohl auch Zuverlässigkeit erlangte.

Um zu zeigen, welcher Wert dem in der Tabelle niedergelegten arithmetischen Mittel beizumessen ist, seien nachstehend einzelne Beobachtungsdaten wiedergegeben, wofür ich diejenigen des Ilmenits, trocken, Korngröße 4 bis 3 mm gewählt habe:

---

1) Die ganze Versuchsanordnung ist auf Fig. 1 dargestellt.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5,8 | 9,2 | 5,8 | 8,0 |
| 5,2 | 6,8 | 6,2 | 13,2 |
| 6,0 | 11,2 | 6,4 | 23,6 |
| 10,0 | 9,4 | 7,4 | 18,6 |
| 5,6 | 9,4 | 11,0 | Summe: 178,8 |

Mittel: 178,8 : 19 = 9,4.

Man sieht, daß die Einzelwerte z. T vom arithmetischen Mittel sehr stark abweichen. Eine Untersuchung hierüber ist natürlich von großer Wichtigkeit.

Die in Tabelle 1 gegebenen Daten können durch zweierlei Fehler entstellt sein; einmal können der Untersuchungsmethode selbst Fehler anhaften, und sodann stellen sich zweifellos dadurch Ungenauigkeiten ein, daß die untersuchten Körner des gleichen Minerals nicht von gleicher Form und Oberfläche sind.[1]

Von besonderem Interesse ist es, die erste Fehlergröße in etwa zu ermitteln, weil sie den Wert der angewandten Untersuchungsmethode beleuchtet.

Ein und dasselbe Korn durch die gleiche Schaumschicht fallen zu lassen, ist schwer möglich; dies verhindern teils die schon oben angedeuteten Schwierigkeiten, deren Vermeidung eine sehr viel umständlichere Methode von auch nicht unanfechtbarem Wert erforderlich gemacht hätte, teils auch die Tatsache, daß bei wiederholtem Falle des Korns durch die gleiche Schaumschicht dieselbe immer wieder hätte zerstört werden müssen, um das Korn herauszunehmen, zu waschen, zu trocknen und dann wieder durchfallen zu lassen.

Gelingt es also auf diese Weise nicht, die angewandte Untersuchungsmethode zu prüfen, so wird man ihren Wert und ihre Zuverlässigkeit wenigstens angenähert erkennen können, wenn man gleichartige Körner von möglichst gleichem Volumen, gleicher Gestalt und gleichem spez. Gewicht nach der beschriebenen Methode untersucht und die gefundenen Einzelwerte mit den aus ihnen gebildeten arithmetischen Mitteln vergleicht. Als solche Substanzen, die ich als „Fehler-Indikatoren" bezeichnen möchte, wurden Glasperlen, wie sie zu Laboratoriumzwecken verwandt werden, und Bleischrot benutzt. Bei einer Untersuchung, die analog der für die Mineralkörner geübten Methode ausgeführt wurde, ergaben sich für die Fehler-Indikatoren folgende Durchdringungszeiten:

| Glaskugeln | | | | Bleischrot | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. trocken | | II. mit Alkohol benetzt | | III. trocken | | IV. kleinere Sorte wie III, benetzt | |
| 6,0 | 3,4 | 0,8 | 2,6 | 1,2 | 0,6 | 7,2 | 10,4 |
| 2,6 | 4,0 | 0,8 | 0,2 | 1,4 | 1,8 | 4,2 | 6,4 |
| 2,4 | 4,2 | 1,2 | 0,0 | 1,8 | 0,2 | 12,4 | 9,8 |
| 1,8 | 0,6 | 0.8 | 0,6 | 2,2 | 1,2 | 3,4 | 5,6 |
| 11,4 | 2,6 | 1,4 | 0,4 | 2,6 | 1,0 | 6,6 | 8,4 |
| 3,2 | 7,4 | 0,2 | 1,8 | 0,2 | 1,8 | 8,8 | |
| 3,2 | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 2,2 | 1,2 | |
| 0,8 | 3,2 | 0,2 | | 2,6 | | 9,8 | |
| 5,2 | | 2,2 | | 0,2 | | 7,6 | |
| 2,2 | | 0,2 | | 2,6 | | 12,8 | |
| 1,4 | | 0,6 | | 0,4 | | 5,4 | |
| 4,2 | | 1,6 | | 2,2 | | 3,2 | |
| 1,2 | | 1,8 | | 1,4 | | 3,6 | |
| 2,6 | | 0,4 | | 3,2 | | 5,2 | |
| Arithm. Mittel | $: \frac{74,4}{22} = 3,4$ | Arithm. Mittel | $: \frac{18,6}{21} = 0,9$ | Arithm. Mittel | $: \frac{31,2}{21} = 1,5$ | Arithm. Mittel | $: \frac{132,0}{19} = 7,0$ |

1) Bei den in Tabelle 1 eingeklammerten Werten, die scheinbar zu niedrig sind, dürfte es sich um solche Fälle handeln, bei denen der gefundene Wert durch die unregelmäßige Form des untersuchten Korns entstellt ist; es ist natürlich unmöglich, jedes Mineralkorn so über dem Schaum einzustellen, daß der Schwerpunkt des Minerals in der Fallrichtung liegt; gelingt dies nicht, so erhält das Korn eine drehende Bewegung, die den Durchgang durch den Schaum beschleunigt.

Bezeichnet man mit $W$ den Untersuchungswert (arithmetisches Mittel), $U$ den Unterwert, $M$ den Mittelwert, $O$ den Oberwert, $G$ die Grenze und $H$ die Häufigkeitszahl, so erhält man für:

I. $W = 3{,}4$.

| $U$ | $M$ | $O$ |
|---|---|---|
| $G < 2{,}4$ | $2{,}4 - 4{,}4$ | $> 4{,}4$ |
| $H$ 7 | 11 | 4 |

II. $W = 0{,}9$.

| $U$ | $M$ | $O$ |
|---|---|---|
| $G < 0{,}4$ | $0{,}4 - 1{,}4$ | $> 1{,}4$ |
| $H$ 6 | 10 | 5 |

III. $W = 1{,}5$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 1{,}0$ | $1{,}0 - 2{,}0$ | $> 2{,}0$ |
| $H$ 6 | 8 | 7 |

IV. $W = 7{,}0$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 5{,}0$ | $5{,}0 - 9{,}0$ | $> 9{,}0$ |
| $H$ 5 | 9 | 5 |

Aus diesen Angaben der Grenzen und der Häufigkeit, mit der die gefundenen Werte innerhalb dieser vorkommen, läßt sich also angenähert die Fehlergröße ersehen, die durch die gewählte Methode allein bedingt ist, somit außerhalb des Korns liegt.

Würde man eine größere Zahl von Einzelversuchen anstellen (also mehr als etwa 20), so bekäme man dadurch kein deutlicheres Bild. Hierbei ist von besonderer Wichtigkeit, daß sich bei der Untersuchung der Fehlerindikatoren wie bei den Mineralien die Einzelbeobachtungen nicht nur auf eine Schaumschicht erstrecken, so daß sich die Fehler, die verschiedenartige Schaumschichten für die Durchgangszeiten zur Folge haben können, ausgleichen. Es wiederholen sich somit nur die Ungenauigkeiten, die durch die Unregelmäßigkeiten der Oberfläche und Form der Mineralkörner bedingt sind.

Da zu einer Ausgleichrechnung die Zahl der Einzelbeobachtungen zu gering ist, empfiehlt es sich, wie dies nachstehend geschehen ist, für die in Tabelle 1 niedergelegten Werte ebenfalls die Grenzen und die Häufigkeitszahlen zusammenzustellen. Man erkennt, daß die sich hierbei zeigenden Werte nicht stark von den für die Fehlerindikatoren gegebenen abweichen. Auf diese Überlegung hin kann man also die in Tabelle 1 niedergelegten Daten als typische ansprechen.

## Zusammenstellung der Grenzen und Häufigkeitszahlen der in Tabelle 1 niedergelegten Werte.

Bezeichnet $T$ den Tabellenwert aus Tabelle 1, $U$ den Unterwert, $M$ den Mittelwert, $O$ den Oberwert, *Sp* die Vertikalspalte aus Tabelle 1, $H$ die Häufigkeitszahl und $G$ die Grenze, so erhält man für:

A. Bleiglanz:

*Sp.* 11: $T = 1{,}7$.

| $U$ | $M$ | $O$ |
|---|---|---|
| $G < 1{,}4$ | $1{,}4 - 2{,}0$ | $> 2{,}0$ |
| $H$ 4 | 11 | 5 |

*Sp.* 13: $T = 6{,}3$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 5{,}6$ | $5{,}6 - 7{,}0$ | $> 7{,}0$ |
| $H$ 3 | 8 | 3 |

*Sp.* 14: $T = 1{,}7$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 1{,}0$ | $1{,}0 - 2{,}4$ | $> 2{,}4$ |
| $H$ 3 | 10 | 4 |

B. Pyrit:

*Sp.* 11: $T = 1{,}9$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 1{,}0$ | $1{,}0 - 2{,}8$ | $> 2{,}8$ |
| $H$ 3 | 10 | 3 |

*Sp.* 13: $T = 19{,}3$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 16{,}0$ | $16{,}0 - 22{,}0$ | $> 22{,}0$ |
| $H$ 5 | 7 | 6 |

*Sp.* 14: $T = 11{,}0$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 10{,}0$ | $10{,}0 - 12{,}0$ | $> 12{,}0$ |
| $H$ 9 | 7 | 3 |

C. Ilmenit:

*Sp.* 7: $T = 1{,}9$.

| $U$ | $M$ | $O$ |
|---|---|---|
| $G < 0{,}8$ | $0{,}8 - 3{,}0$ | $> 3{,}0$ |
| $H$ 4 | 9 | 4 |

*Sp.* 9: $T = 3{,}7$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 2{,}2$ | $2{,}2 - 5{,}0$ | $> 5{,}0$ |
| $H$ 5 | 8 | 5 |

*Sp.* 11: $T = 9{,}4$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 8{,}0$ | $8{,}0 - 11{,}0$ | $> 11{,}0$ |
| $H$ 9 | 6 | 4 |

*Sp.* 12: $T = 2{,}4$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 1{,}6$ | $1{,}8 - 3{,}2$ | $> 3{,}2$ |
| $H$ 6 | 7 | 3 |

*Sp.* 13: $T = 24{,}4$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 23{,}0$ | $23{,}0 - 26{,}0$ | $> 26{,}0$ |
| $H$ 5 | 3 | 8 |

*Sp.* 14: $T = 10{,}2$.

| | | |
|---|---|---|
| $G < 8{,}8$ | $8{,}8 - 11{,}6$ | $> 11{,}6$ |
| $H$ 6 | 6 | 6 |

D. Magnetkies:

| | *U* | *M* | *O* |
|---|---|---|---|
| *Sp.* 9: $T = 3{,}5$. | | | |
| $G$ | $< 2{,}4$ | $2{,}4 - 4{,}4$ | $> 4{,}4$ |
| $H$ | 2 | 13 | 3 |
| *Sp.* 11: $T = 6{,}0$. | | | |
| $G$ | $< 5{,}0$ | $5{,}0 - 7{,}0$ | $> 7{,}0$ |
| $H$ | 5 | 9 | 3 |
| *Sp.* 13: $T = 25{,}1$. | | | |
| $G$ | $< 22{,}0$ | $22{,}0 - 28{,}2$ | $> 28{,}2$ |
| $H$ | 2 | 6 | 4 |
| *Sp.* 14: $T = 15{,}0$. | | | |
| $G$ | $< 13{,}0$ | $13{,}0 - 16{,}0$ | $> 16{,}0$ |
| $H$ | 4 | 7 | 5 |

E. Chromit:

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Sp.* 9: $T = 2{,}5$. | | | |
| $G$ | $< 1{,}6$ | $1{,}6 - 3{,}4$ | $> 3{,}4$ |
| $H$ | 7 | 8 | 2 |
| *Sp.* 10: $T = 1{,}6$. | | | |
| $G$ | $< 1{,}0$ | $1{,}0 - 2{,}2$ | $> 2{,}2$ |
| $H$ | 3 | 6 | 2 |
| *Sp.* 11: $T = 13{,}9$. | | | |
| $G$ | $< 12{,}0$ | $12{,}0 - 15{,}0$ | $> 15{,}0$ |
| $H$ | 4 | 6 | 5 |
| *Sp.* 12: $T = 5{,}9$. | | | |
| $G$ | $< 5{,}0$ | $5{,}0 - 7{,}0$ | $> 7{,}0$ |
| $H$ | 4 | 4 | 2 |

F. Kupferkies:

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Sp.* 11: $T = 2{,}9$. | | | |
| $G$ | $< 2{,}0$ | $2{,}0 - 4{,}0$ | $> 4{,}0$ |
| $H$ | 3 | 9 | 3 |
| *Sp.* 12: $T = 1{,}7$. | | | |
| $G$ | $< 1{,}0$ | $1{,}0 - 2{,}4$ | $> 2{,}4$ |
| $H$ | 7 | 6 | 3 |

G. Psilomelan:

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Sp.* 7: $T = 1{,}3$. | | | |
| $G$ | $< 0{,}8$ | $0{,}8 - 1{,}8$ | $> 1{,}8$ |
| $H$ | 5 | 6 | 5 |

| | *U* | *M* | *O* |
|---|---|---|---|
| *Sp.* 9: $T = 2{,}0$. | | | |
| $G$ | $< 1{,}5$ | $1{,}5 - 2{,}5$ | $> 2{,}5$ |
| $H$ | 5 | 6 | 6 |
| *Sp.* 10: $T = 1{,}9$. | | | |
| $G$ | $< 1{,}2$ | $1{,}2 - 2{,}4$ | $> 2{,}4$ |
| $H$ | 4 | 8 | 2 |
| *Sp.* 11: $T = 13{,}6$. | | | |
| $G$ | $< 12{,}0$ | $12{,}0 - 15{,}0$ | $> 15{,}0$ |
| $H$ | 5 | 5 | 8 |
| *Sp.* 12: $T = 11{,}4$. | | | |
| $G$ | $< 10{,}0$ | $10{,}0 - 13{,}0$ | $> 13{,}0$ |
| $H$ | 8 | 3 | 8 |

H. Dolomit:

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Sp.* 7: $T = 2{,}9$. | | | |
| $G$ | $< 2{,}0$ | $2{,}0 - 4{,}0$ | $> 4{,}0$ |
| $H$ | 4 | 7 | 6 |
| *Sp.* 8: $T = 1{,}6$. | | | |
| $G$ | $< 1{,}0$ | $1{,}0 - 2{,}0$ | $> 2{,}0$ |
| $H$ | 7 | 4 | 6 |
| *Sp.* 9: $T = 16{,}6$. | | | |
| $G$ | $< 15{,}0$ | $15{,}0 - 17{,}0$ | $> 17{,}0$ |
| $H$ | 5 | 3 | 4 |
| *Sp.* 10: $T = 3{,}2$. | | | |
| $G$ | $< 2{,}5$ | $2{,}5 - 4{,}0$ | $> 4{,}0$ |
| $H$ | 5 | 8 | 3 |

J. Quarz:

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Sp.* 7: $T = 2{,}6$. | | | |
| $G$ | $< 1{,}4$ | $1{,}4 - 3{,}4$ | $> 3{,}4$ |
| $H$ | 7 | 7 | 1 |
| *Sp.* 9: $T = 11{,}1$. | | | |
| $G$ | $< 9{,}0$ | $9{,}0 - 13{,}0$ | $> 13{,}0$ |
| $H$ | 6 | 4 | 5 |
| *Sp.* 10: $T = 2{,}8$. | | | |
| $G$ | $< 1{,}6$ | $1{,}6 - 4{,}0$ | $> 4{,}0$ |
| $H$ | 3 | 9 | 3 |

## b) Besprechung der Resultate.

Die Tabelle 1 (S. 15) verlangt eine ausführliche Besprechung, wobei sie zur Ausdeutung in verschiedenen Zerlegungen und Gruppierungen betrachtet werden muß.

Zuerst interessieren die gefundenen Werte für jedes Mineral gesondert betrachtet; dies erleichtern folgende Auszüge:

A. Bleiglanz.

| Korngröße | tr. | b. |
|---|---|---|
| 15 — 10 | 0 | 0 |
| 10 — 5 | 0,2 | 0 |
| 5 — 4 | 0,4 | 0 |
| 4 — 3 | 1,7 | 0,3 |
| 3 — 2 | 6,3 | 1,7 |

B. Pyrit.

tr. = trocken. b. = vorher benetzt.

| Korngröße | tr. | b. |
|---|---|---|
| 15 — 10 | 0 | 0 |
| 10 — 5 | 0,2 | 0 |
| 5 — 4 | 0,6 | 0,2 |
| 4 — 3 | 1,9 | 0,6 |
| 3 — 2 | 19.3 | 11,0 |

C. Ilmenit.

| Korngröße | tr. | b. |
|---|---|---|
| 15 — 10 | 0 | 0 |
| 10 — 5 | 1,9 | 0 |
| 5 — 4 | 3,7 | 0,2 |
| 4 — 3 | 9,4 | 2,4 |
| 3 — 2 | 24,4 | 10,2 |

D. Magnetkies.

| Korngröße | tr. | b. |
|---|---|---|
| 15 — 10 | 0 | 0 |
| 10 — 5 | 0,3 | 0 |
| 5 — 4 | 3,5 | 0,3 |
| 4 — 3 | 6,0 | 1,0 |
| 3 — 2 | 25,1 | 15,0 |

E. Chromit.

| Korngröße | tr. | b. |
|---|---|---|
| 15 — 10 | 0 | 0 |
| 10 — 5 | 0,2 | 0 |
| 5 — 4 | 2,5 | 1,6 |
| 4 — 3 | 13,9 | 5,9 |

F. Kupferkies.

| Korngröße | tr. | b. |
|---|---|---|
| 15 — 10 | 0 | 0 |
| 10 — 5 | 0,2 | 0 |
| 5 — 4 | 1,0 | 0,2 |
| 4 — 3 | 2,9 | 1,7 |

G. Psilomelan.

| Korngröße | tr. | b. |
|---|---|---|
| 15 — 10 | 0 | 0 |
| 10 — 5 | 1,3 | 0 |
| 5 — 4 | 2,0 | 1,9 |
| 4 — 3 | 13,6 | 11,4 |

H. Dolomit.

| Korngröße | tr. | b. |
|---|---|---|
| 15 — 10 | 0 | 0 |
| 10 — 5 | 2,9 | 1,6 |
| 5 — 4 | 16,6 | 3,2 |

J. Quarz.

| Korngröße | tr. | b. |
|---|---|---|
| 15 — 10 | 0 | 0 |
| 10 — 5 | 2,6 | 0,4 |
| 5 — 4 | 11,1 | 2,8 |

Diese Zusammenstellungen berechtigen zu folgenden Schlüssen:

a) Bei dem gleichen Mineral und der gleichen Schaumschicht wachsen die Durchdringungszeiten des Minerals durch den Schaum mit abnehmender Korngröße.

b) Bei dem gleichen Mineral, gleicher Schaumschicht und gleicher Korngröße durchdringt vorher benetztes Korn einen Schaum wesentlich schneller wie unbenetztes Korn.

Die Berechtigung dieser beiden Schlüsse verdeutlichen noch mehr einige graphische Darstellungen (Fig. 2 bis 10 S. 16), die nach Tabelle 1 entworfen sind, und bei denen in der Richtung der Abszisse die Zeiten, in der Richtung der Ordinate die Korngrößen abgetragen sind.

Man ersieht aus ihnen: Mit abnehmender Korngröße werden die Kurven flacher, es wachsen also die Durchdringungszeiten. Weiterhin liegen die Kurven, die den in Tabelle 1 gegebenen Werten für vorherbenetztes Korn folgen, stets links von den Kurvenzügen, die das Verhalten der trocken untersuchten Mineralien wiedergeben; die Durchdringungszeiten des benetzten Korns sind stets kleiner wie die des unbenetzten. Die trockenen und feuchten Mineralien derselben Art und Größe verhalten sich also bei gleichbleibender Schaumschicht sehr verschieden; diese Tatsache ist für die Anstellung derartiger Versuche, wie ihre Verwendung in der Praxis von nicht geringer Bedeutung.

Tabelle 1. Durchgangszeiten in Sekunden für ruhende Schaumschicht.

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | 13. | 14. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Korngröße in mm | | | | | | | | | |
| | Mineral | Chemische Konstanz | Spez. Gewicht | Habitus der Körner | 15—10 | | 10—5 | | 5—4 | | 4—3 | | 3—2 | |
| | | | | | trocken | benetzt | trocken | benetzt | trocken | benetzt | trocken | benetzt | trocken | benetzt |
| A. | Bleiglanz | PbS | 7,3 — 7,6 | Körner, Spaltungsstücke | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0,4 | 0 | 1,7 | 0,3 | 6,3 | 1,7 |
| B. | Pyrit | $FeS_2$ | 4,7 — 5,2 | Glatte Körner | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0,6 | 0,2 | 1,9 | 0,6 | 19,3 | 11,0 |
| C. | Ilmenit | $FeTiO_3$ | 4,6 — 5,2 | Glatte Körner | 0 | 0 | 1,9 | 0 | 3,7 | 0,2 | 9,4 | 2,4 | 24,4 | (10,2) |
| D. | Magnetkies | $Fe_8S_7$ | 4,5 — 4,6 | Glatte feinschuppige Körner | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 3,5 | 0,3 | 6,0 | 1,0 | 25,1 | 15,0 |
| E | Chromit | $FeCr_2O_4$ | 4,5 — 4,8 | Erdige Körner | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 2,5 | 1,6 | 13,9 | 5,9 | — | — |
| F. | Kupferkies | $CuFeS_2$ | 4,1 — 4,3 | Glatte Körner | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 1,0 | 0,2 | 2,9 | 1,7 | — | — |
| G. | Psilomelan | $MnOMnO_2$ | 4,1 — 4,3 | Schaumigstruierte Körner | 0 | 0 | 1,3 | 0 | 2,0 | 1,9 | (13,6) | 11,4 | — | — |
| H. | Dolomit | $(Mg, Ca)CO_3$ | 2,9 | Runde Kristallaggregate | 0 | 0 | 2,9 | 1,6 | 16,6 | 3,2 | — | — | — | — |
| I. | Quarz | $SiO_2$ | 2,7 | Runde Kiesel | 0 | 0 | 2,6 | 0,4 | 11,1 | 2,8 | — | — | — | — |
| K. | Kohle | C | 1,2 — 1,5 | Eckige Bruchstücke | 4,0 | 1,0 | — | — | — | — | — | — | — | — |

A. Bleiglanz (spez. Gew. 7,3 bis 7,6).

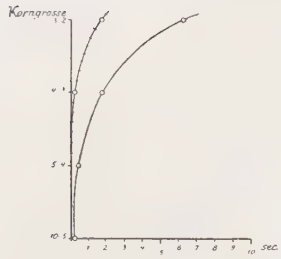


Fig. 2.

Die Kurven mit quer gestrichelten Linien bezeichnen das Verhalten des vorher benetzten Korns

B. Pyrit (spez. Gew. 4,7 bis 5,2).

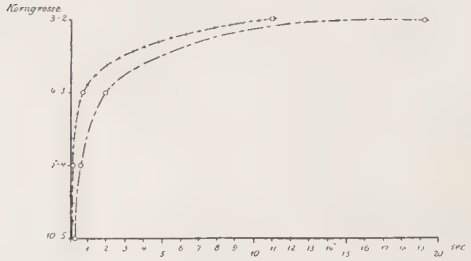


Fig. 3.

C. Ilmenit (spez. Gew. 4,7 bis 5,2).

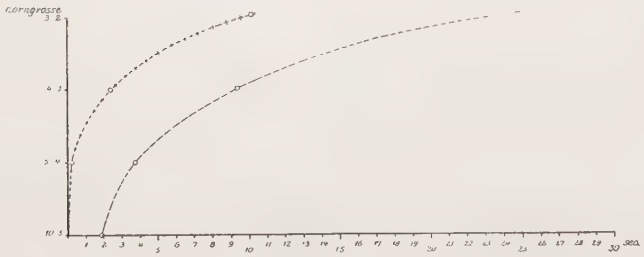


Fig. 4.

D. Magnetkies (spez. Gew. 4,5 bis 4,6).

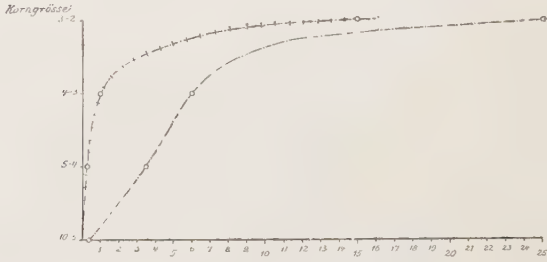


Fig. 5.

E. Chromit (spez. Gew. 4,5 bis 4,8).

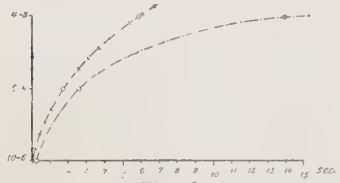


Fig. 6.

F. Kupferkies (spez. Gew. 4,1 bis 4,3).

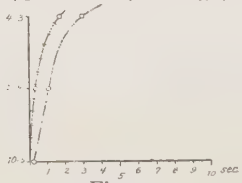


Fig. 7.

G. Psilomelan (spez. 4,1 bis 4,3).

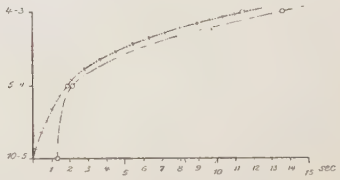


Fig. 8.

H. Dolomit (spez. Gew. 2,9).

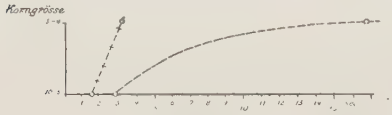


Fig. 9.

J. Quarz (spez. Gew. 2,7).

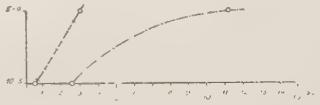

Fig. 10.

Die Betrachtung der Tabelle nach anderen Gesichtspunkten lenkt die Aufmerksamkeit auf noch andere Eigentümlichkeiten im Verhalten des Korns.

Durchmustert man in Tabelle 1 die Spalten 5 bis 14 von oben nach unten, so erkennt man undeutlich, daß mit sinkendem spezifischem Gewicht des Korns die Durchdringungszeiten wachsen. Um diese unsichere Beobachtung zu verschärfen, empfiehlt es sich, die Werte von jedem der Mineralpaare mit ähnlichem spezifischen Gewicht zusammenzunehmen, und aus ihnen das arithmetische Mittel zu bilden. Auf diese Weise erhält man z. B. folgende Auszugstabelle:

| | | Vertikalspalte aus Tabelle 1 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Spez. Gew. | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| A | 7,3 bis 7,6 | 0,2 | 0,4 | 0 | 1,7 | 0,3 |
| B C | 4,6 „ 5,2 | 1,1 | 2,2 | 0,2 | 5,7 | 1,5 |
| D E | 4,5 „ 4,8 | 0,25 | 3,0 | 0,9 | 10,0 | 3,5 |
| F G | 4,1 „ 4,3 | 0,8 | 1,5 | 1,1 | 8,3 | 6,5 |
| H J | 2,7 „ 2,9 | 2,8 | 14,9 | 3,0 | — | — |

Auf Grund dieser Tabelle ist wohl folgender Schluß berechtigt:

c) Bei gleicher Korngröße und gleicher Schaumschicht durchdringen im allgemeinen spezifisch schwere Mineralien den Schaum schneller wie spezifisch leichte.

Auch hier zeigt sich wieder der Einfluß der vorherigen Benetzung; denn während die obenstehende Folgerung in den Vertikalspalten 7, 9 und 11 nicht überall zutrifft, findet sie in Spalte 10 und 12 ihre vollständige Bestätigung.

Die Abweichungen in den Spalten 7, 9 und 11 von der nach dem spezifischen Gewicht erwarteten Reihenfolge sind auffällig und erfordern eine Untersuchung der möglichen Gründe dafür.

Schon zwischen den einzelnen Mineralien in den verschiedenen Paaren zeigen sich merkwürdige Unterschiede. Bei Kupferkies und Psilomelan kann man z. B. die Beobachtung machen, daß der Psilomelan höhere Werte zeigt als der Kupferkies; etwas Ähnliches findet sich auch bei Magnetkies und Chromit. Die starken Verschiedenheiten bleiben auch dann bestehen, wenn die Mineralien vorher benetzt waren.

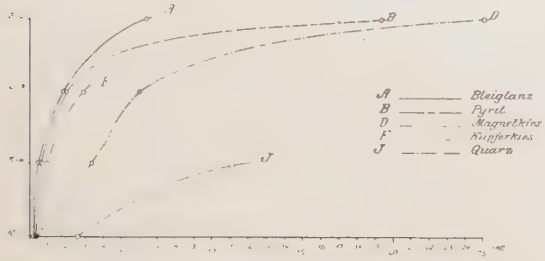


Fig. 11.

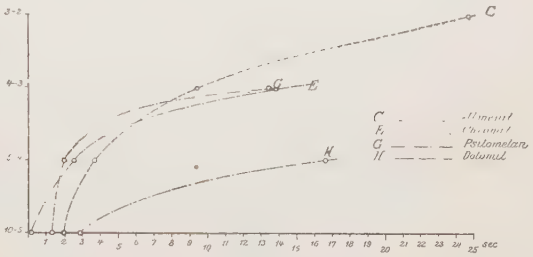


Fig. 12.

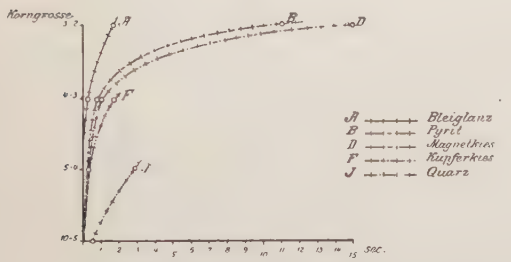


Fig. 13.

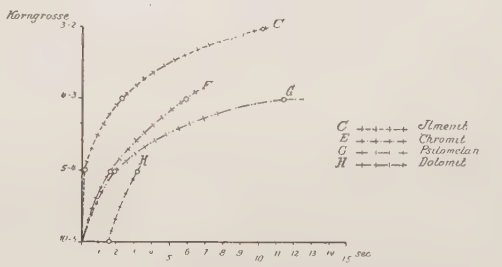


Fig. 14.

Eine Erklärung für diese Unregelmäßigkeiten bieten — zum Teil wenigstens — die starken Unterschiede in der Struktur und dem Habitus. Die Kupferkieskörner waren dicht und glatt, die des Psilomelans rauh und reich an Hohlräumen. Ähnliche Verhältnisse liegen bei dem Chromit und dem Magnetkies vor: der Chromit war rauh und erdig, der Magnetkies trotz seiner etwas schuppigen Struktur glatt.

Auf diese Beobachtung stützt sich wohl berechtigterweise folgender Schluß:

d) Bei dem Durchdringen eines Korns durch eine Schaumschicht ist die Struktur insofern von Einfluß auf die Durchdringungszeit, als ein dichtes, glattes, scharfkantiges oder rundes Korn den Schaum schneller durchdringt als ein rauhes, poröses oder flaches.[1]

Für alle sich zeigenden Besonderheiten freilich kann der Einfluß der Struktur nicht als ausreichende Erklärung genügen. Bei Ilmenit und Pyrit, die eine ähnliche Struktur besitzen, finden sich beträchtliche Unterschiede, und ebenso zeigt der runde Quarz, von dem Kiesel untersucht wurden, andere Werte wie der ebenso dichte zwar runde, doch vielkantige Dolomit.

Die Möglichkeit, daß die chemische Konstitution einen Einfluß auf das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Mineralien haben könnte, wurde bisher noch nicht in Betracht gezogen.

---

1) Für poröse Varietäten ist das in der Literatur angegebene spezifische Gewicht vielfach auch nicht mehr zutreffend. Poröse Zinkblende, wie sie z. B. in Oberschlesien vorkommt, verhält sich bei der nassen Aufbereitung wesentlich anders als dichte.

Durchmustert man daraufhin die Tabelle 1, so gelangt man zu der Erkenntnis, daß einige Mineralien auffällig niedrige Werte zeigen. Hierhin gehört zum Teil der Quarz, der immer unter dem Dolomit bleibt. Auch die Sulfide weisen verhältnismäßig kurze Durchgangszeiten auf; so sinken diese beispielsweise bei Kupferkies weit unter die des Titaneisens. Das abweichende Verhalten dieser Mineralien spricht sich auch in den Fig. 2 bis 11 aus. Bei Bleiglanz, Magnetkies, Kupferkies und Quarz liegen die Kurven für benetztes wie unbenetztes Korn näher an der Ordinatenachse und verlaufen steiler, wie es bloß dem spezifischen Gewicht und dem Habitus nach zu erwarten wäre. Das gleiche veranschaulichen die Fig. 11 bis 13 (S. 17), in denen die einzelnen Mineralien von ähnlichem Verhalten in ein und dasselbe Koordinatensystem eingetragen sind. Ja sogar innerhalb dieser zusammengestellten Mineralien zeigen sich Unregelmäßigkeiten. In Fig. 11 für unbenetztes Korn z. B. steht die Kurve des Kupferkieses vor der des Magnetkieses, der infolge seines spezifischen höheren Gewichts vor dem Kupferkies fallen müßte. Diese Unterschiede werden aber aufgehoben, wenn man das Korn vor der Untersuchung benetzt; Fig. 13, die sich auf benetztes Korn bezieht, zeigt die erwartete Reihenfolge nach dem spezifischen Gewicht.

Die letzten Beobachtungen finden ihre Zusammenfassung in dem Schluß:

e) Bei dem Durchdringen eines Erzkorns durch einen Schaum ist die chemische Konstitution des ersteren von Bedeutung und zwar in ihrem Einfluß auf die Benetzbarkeit des Korns.

Nach diesen Erkenntnissen wurden die Versuche auf ruhender Schaumschicht, nachdem sie ein verschiedenartiges Verhalten der untersuchten Mineralien angedeutet hatten, abgebrochen.

Nunmehr handelte es sich darum, die technische Möglichkeit einer sich gleichmäßig vorwärtsbewegenden Schaumschicht zu erweisen.

## c) Erzeugung einer sich gleichmäßig vorwärtsbewegenden Schaumschicht.

Nach Überwindung nicht geringer experimenteller Schwierigkeiten gelangte man schließlich zu folgender Apparatur:

Eine 1 m lange, 10 cm hohe und 15 cm breite Holzrinne, die für die Untersuchungen besonders gefertigt war, wurde mittels Stativen so aufgestellt, daß sie eine ganz geringe Neigung nach dem vorderen Ende zeigte. Dieses war offen, das Hinterende dagegen abgeschrägt geschlossen, und außerdem um 5 cm auf etwa 11 cm vertieft. In dieser Vertiefung war etwa 8 cm von der abgeschrägten Rückwand entfernt in verstellbaren Messingbüchsen eine drehbare Messingwelle mit Stahlzapfen verlagert. Die Welle war quer zur Längsachse der Rinne gestellt, und trug in ihrer Mitte zur Führung einer Transmission eine Scheibe mit Nut. Ihren Antrieb erhielt diese Transmission durch einen kleinen Elektromotor ($^1/_{16}$ PS, 2000 Touren), der ca. 60 cm oberhalb der Messingwelle stand; sie war auf ihrem ganzen Wege durch die Luft in ein weites Messingblechrohr verlegt, um die Umgebung vor abgeschleuderten Tropfen zu schützen.

Auf der gleichen Höhe wie der Antriebsmotor der Welle stand ein Glasbassin von 20 l Fassungsvermögen; ein gleiches Bassin stand am unteren Ende der Rinne, so daß dessen oberer Rand ca. 5 cm unter dem vorderen Rinnenende lag.

Um zu vermeiden, daß sich ein die Rinne abwärts schwimmender Schaum an den Längswänden festsetze, mußten an den beiden Seiten 70 cm lange Rohre mit feinen Öffnungen verlagert werden, welche die Wände ständig bespülten; eine ähnliche kürzere Brause wurde 6 cm vor dem vorderen Ende quer über die Rinne gelegt, mit der Aufgabe, den Schaum kurz vor dem Verlassen der Rinne zu zerstören und noch darin schwebende Mineralkörner freizumachen. Diese drei Brauserohre wurden an das obere Bassin mit Glashebern und Schläuchen unter Zwischenschaltung von Quetschhähnen zur Regulierung der Zuflußmenge angeschlossen; ein vierter Schlauch mündete frei in das obere, hintere Rinnenende, um die ganze Anordnung schnell mit Flüssigkeit füllen zu können.

In die Rinne passend wurde ein 62,5 cm langes Zinkblech eingelegt, das der inneren lichten Weite der Rinne entsprechend 15 cm breit war und in Abständen von 25 zu 25 mm 20 mm hohe Querwände aus Zinkblech trug. Die durch diese Querwände gebildeten Abteilungen wurden fortlaufend von 1 bis 25 numeriert. Das Blech konnte so von vorne in die Rinne

hineingeschoben werden, daß die letzte Querwand der Abteilung 25 mit dem vorderen Rinnenende abschloß. Hier lag auch die oben erwähnte Querbrause, die so eingestellt wurde, daß ihre Strahlen gerade diese Abteilung 25 bespülten.

Um die Flüssigkeit von dem unteren Bassin in das obere zurückzubringen, und um mit einem beschränkten Flüssigkeitsvorrat auszukommen, wurde zwischen die Bassins eine durch Elektromotor angetriebene Zentrifugal-Pumpe geschaltet; auch hier wurde zur Regulierung der zu fördernden Menge in der Druckleitung ein Quetschhahn angebracht. Zur Schonung der Pumpe wurde das Ende der Saugleitung mit einem Saugkorbe aus feiner Gaze versehen.

Als Versuchslösung diente eine Lösung von 0,01 % Saponin (puriss alb.) in gewöhnlichem Leitungswasser. Diese Konzentration war insofern günstig, als eine schwächere Lösung bei der beschriebenen Anordnung, die nicht mehr stark variabel war, zu wenig Schaum gegeben hätte; eine stärkere Konzentration dagegen hätte zu viel Schaum gebildet, der zum Vergehen zu lange Zeit in Anspruch genommen hätte.

Nachdem etwa 30 l der Versuchslösung in die beiden Bassins verteilt waren, wurde soviel Flüssigkeit in die Rinne abgelassen, daß sie gerade die oberen Ränder des Bodenblechs überstieg, und langsam die Rinne abwärts floß. Dann wurde der Antriebsmotor der Welle eingeschaltet, worauf durch die schnelle Rotation ein feinblasiger Schaum entstand, der die Rinne langsam hinabglitt. Nach verschiedenen Versuchen hatte sich ergeben, daß die rotierende Welle einen brauchbaren Schaum in der gewählten Lösung hervorbrachte, wenn sie in ganz flachen Spiralen doppelt mit starkem Draht umwickelt war. Der Schaum, der durch sie erzeugt wurde, bildete auf seinem ganzen Wege durch die Rinne eine homogene Masse. Am unteren Ende der Rinne wurde er durch die Querbrause teilweise zerstört und lief in das untere Bassin; von dort wurde die Flüssigkeit zum oberen Bassin zurückgehoben, so daß der geringe Vorrat an Versuchslösung einen ständigen Kreislauf durchmachte.

Durch Einstellen der Flüssigkeitsmengen, die den Brausen wie der Rinne direkt zuliefen, gelang es, die Qualität des Schaumes wie seine Geschwindigkeit einigermaßen zu variieren; das gleiche ließ sich durch Heben oder Senken der Rinne erreichen. Als mittlere Schaumgeschwindigkeit bei den Versuchen ist 1 m in 12 Minuten anzugeben.

## d) Versuche auf sich fortbewegender Schaumschicht.

Bereits die Versuche auf ruhenden Schaumschichten hatten ein unterschiedliches Verhalten der dort untersuchten Materialien offenbart und zur Aufstellung von fünf Leitsätzen geführt. Nachdem nunmehr die technische Möglichkeit einer sich gleichmäßig vorwärtsbewegenden Schaumschicht nachgewiesen worden war, wollte man die gebotene Gelegenheit, mit der geschaffenen Apparatur das Verhalten der Mineralien bei dem Durchdringen von Schäumen nachzuprüfen, nicht vorübergehen lassen. Freilich waren auch hier keine streng wissenschaftlichen Untersuchungen beabsichtigt; dieses Ziel hätte zum mindesten eine zuverlässige automatische Aufgabe des Korns und eine genaue Regulierung der Schaumgeschwindigkeit notwendig gemacht. Ebensowenig konnte man auf genauere praktische Daten schon jetzt hinarbeiten. Dazu ist die Apparatur viel zu klein, und die anzuwendende Materialmenge viel zu gering gewesen. Die hier anzustellenden Versuche sollten vielmehr nur einen Überblick über die Wirkungsweise des Verfahrens geben und zur weiteren Nachprüfung im Großen anregen.

Von dieser Erwägung ausgehend, beschränkte ich mich für jeden einzelnen Versuch bei den einzelnen Mineralien auf die Untersuchung von 40 Körnern, eine Zahl, die für die gezogenen Schlußfolgerungen ausreichen dürfte. Was die Fallhöhen anbetrifft, so begnügte man sich mit drei verschiedenen, beliebig gewählten Niveaus, aus denen das Korn auf den Schaum gelangte. Die Aufgabe auf den letzteren geschah nun in der Weise, daß das Korn durch die auf ein Aufgabeblech übertragene Schütterbewegung, welche die schnelle Rotation der schaumbildenden Welle zur Folge hatte, langsam dasselbe abwärts glitt, und so fast stoßfrei auf den Schaum fiel. Das Blech konnte verstellt werden, so daß sich die verschiedenen Fallniveaus leicht erzeugen ließen. Wo als Fallhöhe 0 cm angegeben ist, wurde das Korn mit einer Pinzette auf den Schaum gebracht. Hatte der Schaum den ganzen Weg von der sichtbaren Eintrittsstelle eines Materials bis zu dem Rinnenende zurückgelegt, so wurde der Antriebsmotor abgestellt, und der ganze Schaum durch stärkeres Aufdrehen der Seitenbrausen heruntergespült. Auf

dem Bodenblech, das nunmehr herausgehoben werden konnte, ließ sich dann leicht feststellen, in welche Abteilungen die einzelnen Körner gefallen waren; diese Beobachtungen wurden in Tabellen festgehalten.

Die beschriebene Versuchsanordnung ist in den Figuren 15 und 16 zur Darstellung gebracht. Fig. 16 zeigt die mit Schaum erfüllte Rinne von oben gesehen; auf dem Aufgabeblech, wie in dem Schaum sind Mineralkörner zu erkennen.

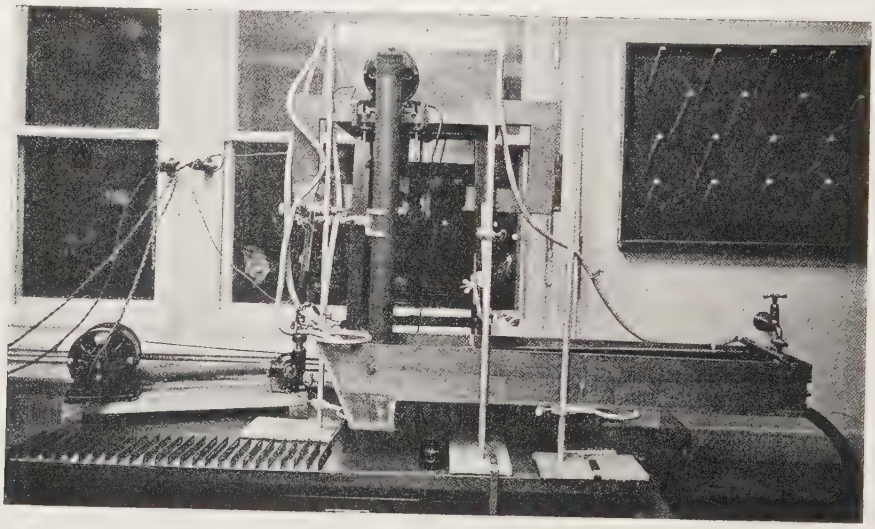

Fig. 15.

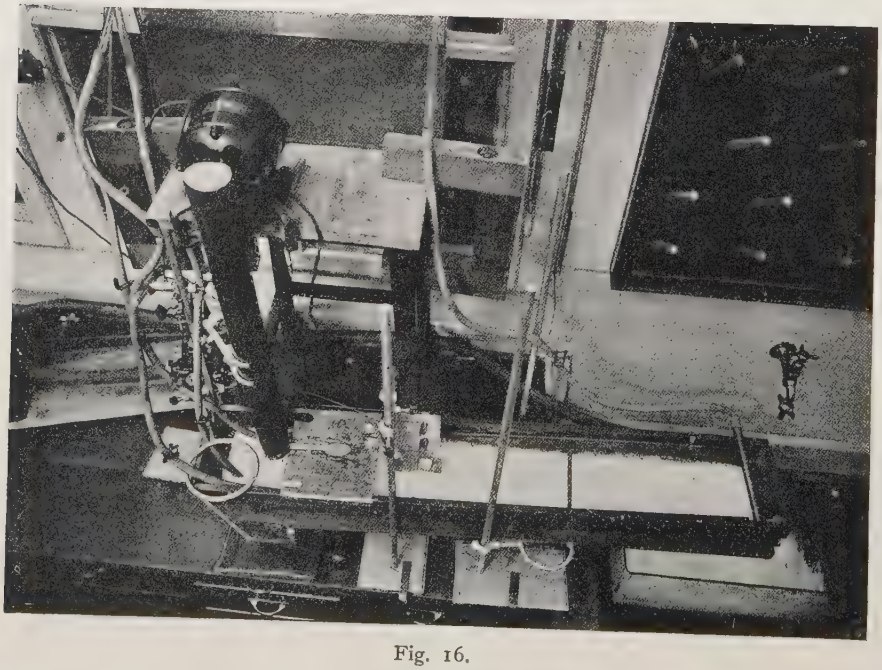

Fig. 16.

Als Versuchsmaterialien dienten die gleichen Mineralien wie bei den Versuchen auf ruhender Schaumschicht; nur trat an die Stelle des Dolomits Kalkspat (schlesischer Marmor), der ähnliche Struktur zeigte, wie der vorher untersuchte Dolomit und annähernd das gleiche spezfische

Tabelle 2. Resultate der Versuche mit Mineralien der Korngröße 5 bis 4 mm.

| Mineral | A. Bleiglanz | | | | B. Pyrit | | | | C. Ilmenit | | | | D. Magnetkies | | | | E. Chromit | | | | F. Kupferkies | | | | G. Psilomelan | | | | H. Quarz | | | | I. Kalkspat | | | | K. Kohle | | | | L. Schwarze Zinkblende | | | | M. Gelbe Zinkblende | | | | N. Eisenspat | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fallhöhe in cm | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | |
| Trockenes oder nasses Korn | tr. | n | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. |
| Versuchsreihe | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Abteilung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 11 | 19 | 26 | 33 | | | 9 | 7 | | | | 2 | | | | 1 | | | | 1 | | | | 2 | | | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 2 |
| 3 | 16 | 8 | 8 | 4 | 1 | 3 | 4 | 8 | | 1 | 3 | 1 | | | 3 | 2 | | | 2 | 1 | | | 1 | — | | | — | 2 | | | | 1 | | | | | 1 | | 2 | 2 | | | 1 | 1 | | | | 2 |
| 4 | 1 | 5 | 1 | 2 | — | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | — | — | | | 1 | 1 | | | — | 2 | | | | 1 | | | | | — | 1 | 2 | 2 | | | 2 | — | | | | 1 |
| 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | — | 1 | — | — | 3 | 2 | — | — | — | 2 | | | 3 | — | | | — | 1 | | | — | 1 | | | | — | | | | | — | — | — | 3 | 1 | | — | — | | | 1 | 1 |
| 6 | 2 | 1 | 1 | | — | 1 | — | 2 | — | — | 1 | 1 | — | — | — | 2 | | | 1 | — | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | — | | | | — | | | | | 2 | — | 1 | — | — | | 1 | 3 | | | 1 | 3 |
| 7 | — | 1 | — | | — | 3 | 1 | 1 | — | 1 | 1 | 2 | — | 3 | 1 | 4 | | 1 | 4 | — | | | 5 | 2 | 1 | 2 | — | 1 | | 1 | 1 | — | | | | | — | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | | 1 | 1 | — |
| 8 | 1 | — | 2 | | 2 | 3 | — | 2 | 1 | — | 2 | 2 | — | — | 1 | 1 | | — | 2 | 1 | 1 | | 1 | 6 | — | — | 2 | 1 | | — | 1 | 2 | | | | | — | — | — | 2 | — | — | 1 | 3 | | — | 2 | 4 |
| 9 | — | — | — | | — | — | 1 | 4 | — | — | 1 | 2 | — | — | 1 | 1 | | — | 3 | 1 | — | 1 | — | 1 | — | 1 | — | 1 | | — | 1 | 1 | | | | | — | 2 | 1 | 2 | — | 1 | 2 | — | | — | 3 | — |
| 10 | — | 1 | — | | — | 1 | 2 | 3 | 1 | — | — | 2 | 1 | 3 | — | 1 | 1 | — | — | 3 | — | 1 | 1 | 3 | — | 3 | 1 | 2 | | 1 | — | — | | | | | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | — | 2 | | — | 1 | — |
| 11 | 1 | 1 | — | | — | 1 | 1 | 1 | — | 1 | — | 1 | — | — | 2 | 1 | — | — | 1 | 2 | — | 1 | 1 | 1 | — | — | 1 | 1 | | — | 1 | 2 | | | | | 1 | — | 1 | — | — | 2 | — | 1 | | — | 1 | 1 |
| 12 | — | — | — | | — | 2 | 3 | 1 | — | 1 | 1 | 1 | — | — | 1 | 5 | 1 | 1 | — | 1 | — | — | 1 | 1 | — | 1 | 2 | 4 | | — | 2 | — | | | | | — | — | 2 | 1 | 1 | 2 | — | 1 | | 2 | 3 | 1 |
| 13 | — | — | — | | 1 | 1 | — | 2 | — | 3 | 1 | 1 | — | 1 | 1 | 1 | — | — | — | 1 | — | 1 | 1 | 1 | — | 2 | — | 2 | 1 | 2 | 3 | — | | 1 | | | — | — | — | 2 | — | — | — | 3 | | — | — | 2 |
| 14 | 1 | 2 | — | | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 | 1 | — | — | 5 | 3 | — | — | — | 1 | 1 | — | 1 | 1 | — | — | 1 | 1 | | 1 | | | — | — | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | — | | 1 | — | 1 |
| 15 | — | — | — | | — | — | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | — | — | 2 | — | — | 1 | 1 | — | 1 | 1 | 2 | 1 | — | — | 2 | — | — | — | — | 1 | | | — | | 1 | — | — | 1 | — | 1 | 1 | 1 | | — | 2 | — |
| 16 | — | 1 | — | | — | 3 | — | — | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | 1 | 1 | 2 | — | 2 | — | 1 | | 1 | — | | 1 | 1 | — | 1 | — | — | 2 | 4 | | 1 | 3 | — |
| 17 | — | | — | | 2 | — | 1 | — | — | 1 | — | 1 | — | 1 | — | — | 1 | 1 | — | 2 | — | 2 | 1 | — | 2 | — | — | 1 | — | — | — | 2 | | — | — | | | 1 | 2 | 1 | 2 | — | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | — |
| 18 | — | | — | | — | — | 1 | — | 2 | — | 3 | 1 | — | — | — | — | 1 | 1 | 1 | 3 | — | 3 | — | — | 4 | — | — | — | — | — | 2 | — | | — | — | 2 | | 1 | 1 | 3 | — | 1 | — | 2 | 2 | 1 | — | 2 | 1 |
| 19 | — | | 1 | | — | 1 | — | — | 1 | 1 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 | 2 | | — | — | 1 | | 1 | 1 | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 4 |
| 20 | — | | | | 1 | — | 1 | — | 1 | — | 1 | — | 1 | — | — | — | — | 3 | 2 | 1 | 3 | — | — | — | 3 | 1 | — | 1 | — | — | 2 | — | | — | — | — | | — | — | 1 | — | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | — | — |
| 21 | — | | | | — | 1 | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 | 1 | — | 1 | — | — | — | 2 | — | — | 1 | — | — | 1 | — | 2 | — | — | 1 | | — | 1 | — | | 1 | 2 | 1 | — | 2 | — | — | 3 | — | — | 1 | — |
| 22 | 1 | | | | 8 | — | — | 1 | 6 | — | 1 | 2 | 4 | — | 3 | 5 | 4 | 1 | 1 | 5 | 4 | 1 | 2 | 5 | 5 | 5 | 4 | 6 | 3 | 1 | 1 | 5 | | 1 | — | 2 | | 4 | — | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | — | 2 | 6 |
| 23 | 1 | | | | 20 | 6 | 9 | 2 | 19 | 16 | 10 | 13 | 23 | 7 | — | 11 | 23 | 10 | 14 | 15 | 20 | 6 | 20 | 9 | 16 | 8 | 22 | 11 | 27 | 24 | 24 | 20 | 26 | 13 | 36 | 31 | 4 | 1 | | 19 | 18 | 9 | 8 | 10 | 18 | 8 | 18 | 12 | 22 | 3 | 15 | 11 |
| 24 | 1 | | | | 4 | 10 | 5 | | 6 | 11 | 5 | | 9 | 18 | 21 | | 8 | 20 | | | 9 | 22 | 1 | | 8 | 15 | | | 7 | 9 | | | 14 | 25 | 1 | 4 | 20 | 34 | 30 | 6 | 6 | 17 | 8 | | 11 | 17 | | | 14 | 29 | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 16 | 5 | 10 | 15 | 1 | | | | | | | | | | | |
| Summe der Vertikalspalten | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |

Gewicht besitzt. Außerdem wurden die Untersuchungen auch auf die Mineralkombination Zinkblende-Eisenspat ausgedehnt, deren Zerlegung in der Aufbereitungstechnik von Bedeutung ist, aber bei dem annähernd gleichen spezifischen Gewichte (4,0) der einzelnen Komponenten Schwierigkeiten verursacht. Benutzt wurde hierzu schwarze Zinkblende von Freiberg, gelbe Zinkblende von Picos de Europa (Spanien) und Eisenspat von Müsen.

Insgesamt wurden 10 Versuchsreihen durchgeführt. Für jede einzelne derselben wurden je 40 Mineralindividuen der 13 genannten Mineralien, also $40 \times 13 = 520$, untersucht. Eine Folge der experimentellen Schwierigkeiten bei den Untersuchungen auf bewegter Schaumschicht war es, daß sich nicht eine Versuchsserie mit einem Experiment erledigen ließ. Für jede einzelne Reihe mußten vielmehr 3 bis 4 Einzelversuche vorgenommen werden. Bei diesen wurden stets ein- oder zweifache Gemenge aller 13 Mineralien nacheinander auf den Schaum gebracht, so daß die Versuchsbedingungen sich für die verschiedenen Mineralien recht ähnlich gestalteten. Die tabellarische Zusammenfassung der Resultate führt zu den folgenden Tabellen 2 und 3 (S. 21 u. 22). Bei ihnen entsprechen die wagerechten Zeilen den 25 Querabteilungen des in der Rinne liegenden Bodenblechs, während sich die Bedeutung der Vertikalspalten aus den Tabellen selbst erkennen läßt.

## e) Besprechung der Resultate.

Im großen und ganzen bestätigen die Versuche auf bewegten Schaumschichten die Schlußfolgerungen, die wir bei der Besprechung der Experimente auf ruhenden Schaumschichten aufstellen durften. Und ebenso wie dort ist man gezwungen, die Versuchresultate nach ver-

Tabelle 3. Resultate der Versuche m

| Mineral | A. Bleiglanz | | | | | | B. Pyrit | | | | | | C. Ilmenit | | | | | | D. Magnetkies | | | | | | E. Chromit | | | | | | F. Kupferkies | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fallhöhe in cm | 0 | | 3 | | 5,5 | | 0 | | 3 | | 5,5 | | 0 | | 3 | | 5,5 | | 0 | | 3 | | 5,5 | | 0 | | 3 | | 5,5 | | 0 | | 3 | | 5 | |
| Trockenes oder nasses Korn | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr | n. | tr | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr | n | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n | tr. | n | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | |
| Versuchsreihe | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Abteilung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | 1 | 1 | 4 | 15 | | | 1 | | 3 | | | | | | 1 | | | | | | – | | | | | | 1 | | | | | | | |
| 3 | | | 1 | 5 | 1 | 2 | | | — | | — | | | | | | 1 | | | | | 1 | 3 | | | | | | — | | | | | | | |
| 4 | | | 2 | 3 | 3 | 2 | | | — | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | 1 | — | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | |
| 5 | | | — | — | — | 2 | | | 1 | — | — | | | | | | 2 | | | | 1 | — | 1 | | | | | | — | | | | | | | |
| 6 | | | — | — | 1 | 2 | | | 1 | — | — | | | | | | — | | | | — | — | — | | | | | | — | | | | | | | |
| 7 | | | 2 | 2 | 2 | 1 | | | 2 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | — | — | — | | | | | | — | | | | | | | 1 |
| 8 | | | — | — | — | | | | 1 | — | — | | | | | | — | | | | — | — | — | | | | | | — | | | | | | | |
| 9 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | — | | — | | | | | | — | | | | — | — | — | | | | | | — | | | | | | | |
| 10 | | | — | 2 | — | — | | | — | — | — | | | | | | — | | | | 1 | — | — | | | | | | — | | | | | | | |
| 11 | | | — | — | — | 1 | | | 1 | — | 1 | — | | | | | 2 | | | | — | — | 1 | | | | | | — | | | | | | | 1 |
| 12 | | | — | — | — | — | | | — | — | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | — | 1 | — | | | | | | — | | | | | 1 | | |
| 13 | | | — | 1 | 1 | — | | | — | — | 1 | 2 | | | | 1 | — | | | | — | — | — | | | | | | — | | | | | — | | |
| 14 | | | — | — | — | — | | | — | — | 1 | — | | | | — | — | | | | — | 1 | — | | | | | | — | | | | | 1 | | |
| 15 | | | — | 2 | 1 | — | | | — | 1 | — | 1 | | | | 1 | — | | | | — | — | — | | | | 1 | | — | | | | | — | | |
| 16 | | | 1 | 1 | 1 | — | | | — | — | — | 1 | | | | — | — | | | | — | 1 | 2 | | | | — | | — | | | | | — | | |
| 17 | | | 2 | — | — | 1 | | | 1 | – | 1 | — | | | | — | 1 | | | | – | — | 1 | | | | — | | — | | | | | — | | |
| 18 | | | — | 2 | — | — | | | — | – | — | — | | | 1 | — | — | | | | — | — | — | | | | 1 | | — | | | | | | | |
| 19 | | | 1 | — | — | — | | | 1 | — | — | — | | | 1 | — | — | | | | — | — | — | | | | | | — | | | | | — | | |
| 20 | | | 1 | — | — | — | | | — | — | — | — | | | — | — | — | | | | — | 1 | — | | | | | | — | | | | | — | | |
| 21 | | | 2 | — | — | — | | | 1 | 1 | — | 1 | | | — | — | 1 | | | | — | — | — | | | | | | — | | | | | — | | |
| 22 | | 3 | 13 | 4 | 5 | 1 | | | 2 | 30 | 4 | 28 | | | 2 | 3 | 5 | 29 | | | 2 | — | 4 | 1 | | | 3 | — | 6 | — | | | 1 | 1 | 6 | |
| 23 | | 35 | 13 | 16 | 20 | 10 | | 39 | 34 | 2 | 28 | 1 | | 37 | 37 | 33 | 30 | | | 37 | 37 | 34 | 30 | 28 | | 39 | 35 | 36 | 32 | 37 | | 37 | 39 | 32 | 31 | |
| 24 | 37 | 2 | | | | | | 1 | | | 1 | | 40 | 3 | 1 | 2 | 2 | | 40 | 3 | 1 | 3 | 1 | | 40 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 40 | 3 | | 4 | 1 | |
| 25 | 3 | | | | | | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Summe der Vertikalspalten | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |

schiedenen Richtungen zu prüfen, selbst auf die Gefahr hin, gelegentlich Wiederholungen zu bringen.

Wenden wir zunächst unsere Aufmerksamkeit darauf, an welchen Stellen der Rinne, resp. der Tabellen 2 und 3 wir jedesmal dem ersten Individuum der dreizehn untersuchten Mineralien hinter dem Aufgabeblech begegnen; diese Stellen wollen wir als diejenigen des „Fallbeginnes“ bezeichnen. Für diese Betrachtung machen wir aus den Tabellen 2 und 3 einen Auszug, Tab. 4. Die Vertikalspalten dieser neuen Tabelle entprechen denen in den Tabellen 2 und 3, die eingetragenen Zahlenwerte der Querabteilung des Bodenblechs, resp. der Querzeile in den Tabellen 2 und 3, in der uns das betreffende Mineralindividuum erstmalig hinter dem Aufgabeblech entgegentritt.

Die Befunde für die „Fallbeginne“ in bewegter Schaumschicht stehen im großen und ganzen im Einklange mit den Schlußfolgerungen aus den Untersuchungen auf ruhender Schaumschicht. Freilich darf man nicht erwarten, daß jeder Einzelwert mit diesen Schlußfolgerungen übereinstimmt. Dazu ist die Zahl der Versuchsfehler eine viel zu große. Deshalb empfiehlt es sich auch, die Resultate zusammenfassend zu betrachten, um zu einem richtigen Bilde zu gelangen.

Der Einfluß der Korngröße auf den Fallbeginn eines Minerals ist ohne weiteres aus Tabelle 4 (S. 24) ersichtlich; bei gleicher Art der Aufgabe fallen größere Körner desselben Minerals früher zu Boden wie kleinere. Hier stehen in keinem einzigen Falle bei gleicher Art der Aufgabe Einzelwerte für kleineres Korn unter denen für größeres; wo sie einander gleich sind, wie

Mineralien der Korngröße 4 bis 3 mm.

| G. Psilomelan | | | | | H. Quarz | | | | | | I. Kalkspat | | | | | | K. Kohle | | | | | | L. Schwarze Zinkblende | | | | | | M. Gelbe Zinkblende | | | | | | N. Eisenspat | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | | 5,5 | | | 0 | | 3 | | 5,5 | | 0 | | 3 | | 5,5 | | 0 | | 3 | | 5,5 | | 0 | | 3 | | 5,5 | | 0 | | 3 | | 5,5 | | 0 | | 3 | | 5,5 | |
| tr. | n. | tr. | n. | | tr. | n. | tr | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | — | | | | | | 2 | 1 | 1 | | | | |
| | | | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | | — | | | | | | — | — | 3 | | | | |
| | | | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | | — | | | | | | 3 | — | — | | | | |
| | | | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | | — | | | | | | — | — | — | | | | |
| | | | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | | — | | | | | | — | — | — | | | | |
| | | | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | | — | | | | | | — | — | 1 | | | | |
| | | | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | | — | | | | | | — | — | — | | | | |
| | | | — | — | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | — | | — | | | | | | — | 1 | — | | | | |
| | | | — | — | | | | | — | | | | | | | | | | | | | | | | | — | | — | | | | | | — | —

Tabelle 4. Fallbeginn der untersuchten Mineralien.

| Korngröße in mm | 5 — 4 | | | | 4 — 3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fallhöhe in cm | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 5·5 | |
| Trockenes oder nasses Korn | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. |
| Versuchsreihe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A. Bleiglanz | 2 | 2 | 2 | 2 | 24 | 22 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| B. Pyrit | 3 | 3 | 2 | 2 | 25 | 23 | 11 | 2 | 4 | 2 |
| C. Ilmenit | 4 | 3 | 3 | 2 | 24 | 23 | 22 | 18 | 12 | 2 |
| D. Magnetkies | 4 | 4 | 3 | 2 | 24 | 23 | 22 | 4 | 3 | 1 |
| E. Chromit | 10 | 7 | 3 | 2 | 24 | 23 | 22 | 15 | 22 | 2 |
| F. Kupferkies | 8 | 9 | 3 | 2 | 24 | 23 | 22 | 12 | 7 | 3 |
| G. Psilomelan | 7 | 6 | 2 | 2 | 24 | 23 | 23 | 15 | 7 | 2 |
| H. Quarz | 13 | 7 | 7 | 3 | 24 | 23 | 22 | 12 | 22 | 23 |
| I. Kalkspat | 23 | 16 | 13 | 18 | 24 | 23 | 23 | 23 | 22 | 23 |
| K. Kohle | 23 | 23 | 24 | 23 | 24 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| L. Schwarze Zinkblende | 3 | 4 | 3 | 3 | 24 | 23 | 22 | 5 | 22 | 3 |
| M. Gelbe Zinkblende | 5 | 7 | 2 | 3 | 24 | 23 | 23 | 4 | 4 | 4 |
| N. Eisenspat | 17 | 7 | 5 | 2 | 24 | 23 | 23 | 15 | 22 | 15 |
| Summe der Glieder der Vertikalspalten | 122 | 98 | 72 | 66 | 313 | 298 | 260 | 150 | 172 | 104 |
| Arithmetisches Mittel der Summe der Glieder der Vertikalspalten | 9,4 | 7,5 | 5,5 | 5,1 | 24,1 | 23,0 | 20,0 | 11,5 | 13,2 | 8,0 |

z. B. bei Bleiglanz und Kohle für eine Fallhöhe von 3 cm, liegen besondere Verhältnisse vor, von denen im nächsten Absatz die Rede sein wird.

Auch den Einfluß der vorherigen Benetzung erkennt man aus Tabelle 4. Nicht nur in den Summen der Glieder der Vertikalspalten übertrifft bei gleicher Art der Aufgabe der Wert für unbenetztes Korn stets den für benetztes, sondern auch in einer großen Zahl von Einzelwerten findet man diese Beobachtung bestätigt. Hierbei müssen, wie auch bei allen folgenden Überlegungen, Differenzen von ein oder zwei Einheiten außer acht gelassen werden; denn es ist ja denkbar, daß ein Mineralkorn gerade auf die Mittelwand zwischen zwei Querabteilungen fällt, und so entweder in das eine oder andere von zwei nebeneinander liegenden Fächern gerät. Ebenso müssen die Abteilungen bzw. Querzeilen 22 bis 25 (Tab. 2 und 3) als ein Ganzes betrachtet werden. Die Mineralien, die am wenigsten tief in den Schaum eingedrungen sind, sollten zwar ganz zuletzt, erst in Abteilung 25, durch die Querbrause herausgespült werden. Doch erschüttert diese den Schaum derart, daß die Mineralien ihn schon von etwa der 22. Abteilung ab beschleunigt durchdringen. Von Einzelwerten, die den oben genannten Einfluß der Benetzung kennzeichnen, seien einige aufgezählt. Bei Pyrit steht beispielsweise dem Wert 11 in Spalte 7 der Wert 2 in Spalte 8 gegenüber, bei Ilmenit begegnen wir in den gleichen Spalten den Werten 22 und 18, bei Magnetkies an derselben Stelle 22 und 4, bei Chromit in den Spalten 1 und 2 den Werten 10 und 7, usf. Wir dürfen also wohl mit Recht annehmen, daß benetztes Korn den Schaum schneller durchdringt, wie unbenetztes. Gegenüber den zahlreichen Einzelfällen, welche dies bestätigen, findet sich nur ein einziger, wo der Wert für benetztes Korn über zwei Einheiten größer ist als der für unbenetztes; hier haben wohl Versuchsfehler zu diesem Resultat geführt.

Die Unterschiede in den spezifischen Gewichten sind, wie zu erwarten war, gleichfalls von Bedeutung für den Fallbeginn der untersuchten Minerialien. Bei gleicher Aufgabe fallen spezifisch schwere Mineralien derselben Korngröße früher zu Boden wie spezifisch leichtere. Dies erkennen wir aus einer neuen Auszugstabelle (Nr. 5). Sie ist aus Tabelle 4 so gebildet worden, daß wir die Werte von Mineralien annähernd gleichen spezifischen Gewichts addierten und daraus die arithmetischen Mittel berechneten.

Tabelle 5.

| Korngröße in mm | 5—4 | | | | 4—3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fallhöhe in cm | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 5,5 | |
| Trockenes oder nasses Korn | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. |
| Versuchsreihe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A. | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 24,0 | 22,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,0 |
| B. C. | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 24,5 | 23,0 | 16,5 | 10,0 | 8,0 | 2,0 |
| D. E. | 7,0 | 5,5 | 3,0 | 2,0 | 24,0 | 23,0 | 22,0 | 9,5 | 12,5 | 1,5 |
| F. G. | 7,5 | 7,5 | 2,5 | 2,0 | 24,0 | 23,0 | 22,5 | 13,5 | 7,0 | 2,5 |
| L. M. N. | 8,3 | 6,0 | 3,3 | 2,7 | 24,0 | 23,0 | 22,7 | 8,0 | 16,0 | 7,3 |
| H. I. | 18,0 | 11,5 | 10,0 | 10,5 | 24,0 | 23,0 | 22,5 | 17,5 | 22,0 | 23,0 |
| K. | 23,0 | 23,0 | 24,0 | 23,0 | 24,0 | 23,0 | 23,0 | 23,0 | 23,0 | 23,0 |

In Tabelle 5 bedeutet:

A. . . . . Bleiglanz,
B. C. . . . . Arithmetisches Mittel der Werte von Pyrit und Ilmenit,
D. E. . . . . „ „ „ „ „ Magnetkies und Chromit,
F. G. . . . . „ „ „ „ „ Kuperkies und Psilomelan,
L. M. N. . . . . „ „ „ „ „ Zinkblenden und Eisenspat,
H. I. . . . . „ „ „ „ „ Quarz und Kalkspat,
K. . . . . Kohle.

Tabelle 5 zeigt, daß im allgemeinen die auf dieselbe Größe abgesiebten Körner um so früher zu Boden fallen, je größer ihr spezifisches Gewicht ist; diese Beobachtung trifft sowohl für benetztes wie unbenetztes Korn zu. Zwei Ausnahmen hiergegen sind wohl eine Folge nicht ganz auszuschaltender Versuchsfehler.

Ferner liefert uns Tabelle 4 auch Material zu der Frage des Einflusses der chemischen Konstitution der Mineralien. So fällt der Pyrit vor dem Ilmenit, der Magnetkies vor dem Chromit, Quarz und Kalkspat und die Zinkblenden vor dem Eisenspat zu Boden.

Stellt man die Mineralien mit früherem Fallbeginn denen mit späterem gegenüber, so gelangt man zu den Tabellen 6 und 7 (S. 25 u. 26).

Besonders interessant sind hier die arithmetischen Mittel, die aus den Summen der Vertikalspalten gebildet sind. Wie zu erwarten war, bleiben die Mittelwerte der Sulfide und des Quarzes unter denen der Oxyde und Karbonate. Zum Teil kann allerdings außer der chemischen Konstitution auch die Struktur und der Habitus für diese Tatsache maßgebend sein.

Tabelle 6.

| Korngröße in mm | 5—4 | | | | 4—3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fallhöhe in cm | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 5,5 | |
| Trockenes oder nasses Korn | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. |
| Versuchsreihe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| B. Pyrit | 3 | 3 | 2 | 2 | 25 | 23 | 11 | 2 | 4 | 2 |
| D. Magnetkies | 4 | 4 | 3 | 2 | 24 | 23 | 22 | 4 | 3 | 1 |
| F. Kupferkies | 8 | 9 | 3 | 2 | 24 | 23 | 22 | 12 | 7 | 3 |
| H. Quarz | 13 | 7 | 7 | 3 | 24 | 23 | 22 | 12 | 22 | 23 |
| L. Schwarze Zinkblende | 3 | 4 | 3 | 3 | 24 | 23 | 22 | 5 | 22 | 3 |
| M. Gelbe Zinkblende | 5 | 7 | 2 | 3 | 24 | 23 | 23 | 4 | 4 | 4 |
| Summe der Glieder der Vertikalspalten | 36 | 34 | 20 | 15 | 145 | 138 | 122 | 39 | 62 | 36 |
| Arithmetisches Mittel der Summe der Glieder der Vertikalspalten | 6,0 | 5,7 | 3,3 | 2,5 | 24,2 | 23,0 | 20,3 | 6,5 | 10,2 | 6,0 |

Tabelle 7.

| Korngröße in mm | 5—4 | | | | 4—3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fallhöhe in cm | 0 | | 3 | | 0 | | 3 | | 5,5 | |
| Trockenes oder nasses Korn | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. |
| Versuchsreihe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| C. Ilmenit | 4 | 3 | 3 | 2 | 24 | 23 | 22 | 18 | 12 | 2 |
| E. Chromit | 10 | 7 | 3 | 2 | 24 | 23 | 22 | 15 | 22 | 2 |
| G. Psilomelan | 7 | 6 | 2 | 2 | 24 | 23 | 23 | 15 | 7 | 2 |
| I. Kalkspat | 23 | 16 | 13 | 18 | 24 | 23 | 23 | 23 | 22 | 23 |
| N. Eisenspat | 17 | 7 | 5 | 2 | 24 | 23 | 23 | 15 | 22 | 15 |
| Summe der Glieder der Vertikalspalten | 61 | 39 | 26 | 26 | 120 | 115 | 113 | 86 | 85 | 44 |
| Arithmetisches Mittel der Summe der Glieder der Vertikalspalten | 12,2 | 7,8 | 5,2 | 5,2 | 24,0 | 23,0 | 22,6 | 17,2 | 17,0 | 8,8 |

Im großen und ganzen findet man also in den Ergebnissen für die „Fallbeginne“ eine Bestätigung der Resultate der Versuche auf ruhenden Schäumen. Zu den hierbei gezogenen Schlußfolgerungen tritt als einzig neue hinzu:

> Bei dem Durchdringen eines Korns durch einen Schaum ist die Geschwindigkeit, mit der dasselbe den Schaum erreicht und zu durchdringen gezwungen wird, von Bedeutung für die Dauer des Durchgangs.

So erkennen wir aus Tabelle 4 in zahlreichen Fällen, daß ein und dasselbe Korn den Schaum schneller durchdringt, also früher zu Boden sinkt, wenn es von einem höheren Niveau aus aufgegeben wird.

Aber nicht nur die „Fallbeginne“ geben uns Gelegenheit, unsere Folgerungen zu prüfen und zu erweitern; dies ermöglichen auch Untersuchungen über die quantitative Verteilung der Mineralien innerhalb der Vertikalspalten in den Tabellen 2 und 3.

Tabelle 8. Anzahl der innerhalb Abteilung 1—5[1] vorkommenden Mineralien.

| Korngröße in mm | 5—4 | | | | 4—3 | | | | 5—4 | 4—3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fallhöhe in cm | 0 | | 3 | | 3 | | 5,5 | | 11. | 12. |
| Trockenes od. nasses Korn | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | Summe | Summe |
| Versuchsreihe | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 8 | 9 | 10 | von 1—4 | von 7—10 |
| A. Bleiglanz | 32 | 33 | 36 | 40 | 4 | 9 | 8 | 23 | 141 | 44 |
| B. Pyrit | 2 | 6 | 14 | 20 | — | 2 | 1 | 4 | 42 | 7 |
| C. Ilmenit | 1 | 2 | 9 | 8 | — | — | — | 5 | 20 | 5 |
| D. Magnetkies | 1 | 1 | 4 | 6 | — | 2 | 1 | 7 | 12 | 10 |
| E. Chromit | — | — | 5 | 2 | — | — | — | 2 | 7 | 2 |
| F. Kupferkies | — | — | 2 | 4 | — | — | — | 4 | 6 | 4 |
| G. Psilomelan | — | — | 2 | 6 | — | — | — | 3 | 8 | 3 |
| H. Quarz | — | — | — | 2 | — | — | — | — | 2 | — |
| I. Kalkspat | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| K. Kohle | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| L. Schwarze Zinkblende | 1 | 1 | 4 | 7 | — | 1 | — | 1 | 13 | 2 |
| M. Gelbe Zinkblende | 1 | — | 4 | 1 | — | 2 | 1 | 4 | 6 | 7 |
| N. Eisenspat | — | — | 1 | 6 | — | — | — | — | 7 | — |
| Summe der Glieder der Vertikalspalten | 38 | 43 | 81 | 102 | 4 | 16 | 11 | 53 | — | — |

1) Tabelle 2 und 3.

Zu dem Zwecke teilen wir diese in vier Hauptabschnitte. Der erste umfaßt die Abteilungen 1 bis 5, der letzte die Abteilungen 22 bis 25. Die mittleren reichen von 6 bis 13 und von 14 bis 21. Entsprechend dieser Teilung erhalten wir also vier neue Ausgangstabellen, Nr. 8 bis 11 (S. 26, 27, 28), deren jede für einen der vier Teile gilt. Da die Mineralien von 4 bis 3 mm Korngröße bei einer Fallhöhe von 0 cm stets bis zu den letzten Abteilungen des Bodenblechs gelangten, sind die hierfür gefundenen Werte weiterhin nicht mehr benutzt worden.

Tabelle 9. Anzahl der innerhalb Abteilung 6 — 13 [1] vorkommenden Mineralien.

| Korngröße in mm | 5 — 4 | | | | 4 — 3 | | | | 5 — 4 | 4 — 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fallhöhe in cm | 0 | | 3 | | 3 | | 5,5 | | 11. | 12. |
| Trockenes od. nasses Korn | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | Summe | Summe |
| Versuchsreihe | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 8 | 9 | 10 | von 1 — 4 | von 7—10 |
| A. Bleiglanz | 4 | 4 | 3 | — | 3 | 6 | 5 | 5 | 11 | 19 |
| B. Pyrit | 3 | 12 | 8 | 16 | 1 | 4 | 4 | 4 | 39 | 13 |
| C. Ilmenit | 2 | 6 | 7 | 12 | — | — | 2 | 4 | 27 | 6 |
| D. Magnetkies | 1 | 7 | 7 | 16 | — | 1 | 1 | 1 | 31 | 3 |
| E. Chromit | 2 | 2 | 11 | 9 | — | — | — | — | 24 | — |
| F. Kupferkies | 1 | 4 | 11 | 16 | — | 1 | 2 | 2 | 32 | 5 |
| G. Psilomelan | 1 | 10 | 7 | 12 | — | — | 1 | — | 30 | 1 |
| H. Quarz | 1 | 4 | 9 | 5 | — | 1 | — | — | 19 | 1 |
| I. Kalkspat | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — |
| K. Kohle | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| L. Schwarze Zinkblende | 4 | 6 | 11 | 13 | — | 1 | — | 1 | 34 | 2 |
| M. Gelbe Zinkblende | 3 | 7 | 7 | 14 | — | 4 | 1 | 1 | 31 | 6 |
| N. Eisenspat | — | 3 | 12 | 11 | — | — | — | — | 26 | — |
| Summe der Glieder der Vertikalspalten | 22 | 65 | 94 | 124 | 4 | 18 | 16 | 18 | — | — |

Tabelle 10. Anzahl der innerhalb Abteilung 14 — 21 [1] vorkommenden Mineralien.

| Korngröße in mm | 5 — 4 | | | | 4 — 3 | | | | 5 — 4 | 4 — 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fallhöhe in cm | 0 | | 3 | | 3 | | 5,5 | | 11. | 12. |
| Trockenes od. nasses Korn | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | Summe | Summe |
| Versuchsreihe | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 8 | 9 | 10 | von 1 — 4 | von 7—10 |
| A. Bleiglanz | 1 | 3 | 1 | — | 7 | 5 | 2 | 1 | 5 | 15 |
| B. Pyrit | 3 | 6 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 14 | 10 |
| C. Ilmenit | 6 | 5 | 8 | 5 | — | 2 | 1 | 2 | 24 | 5 |
| D. Magnetkies | 2 | 7 | 5 | 2 | — | — | 3 | 3 | 16 | 6 |
| E. Chromit | 3 | 7 | 9 | 9 | — | 2 | — | — | 28 | 2 |
| F. Kupferkies | 6 | 7 | 4 | 6 | — | 1 | — | 1 | 23 | 2 |
| G. Psilomelan | 10 | 2 | 5 | 5 | — | 2 | 1 | 1 | 22 | 4 |
| H. Quarz | 2 | 2 | 6 | 8 | — | — | — | — | 18 | — |
| I. Kalkspat | — | 1 | 2 | 3 | — | — | — | — | 6 | — |
| K. Kohle | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| L. Schwarze Zinkblende | 6 | 7 | 8 | 7 | — | 2 | — | 2 | 28 | 4 |
| M. Gelbe Zinkblende | 4 | 5 | 9 | 12 | — | 3 | 3 | 2 | 30 | 8 |
| N. Eisenspat | 3 | 5 | 10 | 6 | — | 2 | — | 2 | 24 | 4 |
| Summe der Glieder der Vertikalspalten | 46 | 57 | 71 | 64 | 10 | 21 | 12 | 17 | — | — |

1) Tabelle 2 und 3.

Tabelle 11. Anzahl der innerhalb Abteilung 22 — 25[1] vorkommenden Mineralien.

| Korngröße in mm | 5 — 4 | | | | 4 — 3 | | | | 5 — 4 | 4 — 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fallhöhe in cm | 0 | | 3 | | 3 | | 5,5 | | 11. | 12. |
| Trockenes od. nasses Korn | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | tr. | n. | Summe | Summe |
| Versuchsreihe | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 8 | 9 | 10 | von 1 — 4 | von 7 — 10 |
| A. Bleiglanz | 3 | — | — | — | 26 | 20 | 25 | 11 | 3 | 82 |
| B. Pyrit | 32 | 16 | 14 | 3 | 36 | 32 | 33 | 29 | 65 | 130 |
| C. Ilmenit | 31 | 27 | 16 | 15 | 40 | 38 | 37 | 29 | 89 | 144 |
| D. Magnetkies | 36 | 25 | 24 | 16 | 40 | 37 | 35 | 29 | 101 | 141 |
| E. Chromit | 35 | 31 | 15 | 20 | 40 | 38 | 40 | 38 | 101 | 156 |
| F. Kupferkies | 33 | 29 | 23 | 14 | 40 | 38 | 38 | 33 | 99 | 149 |
| G. Psilomelan | 29 | 28 | 26 | 17 | 40 | 38 | 38 | 36 | 100 | 152 |
| H. Quarz | 37 | 34 | 25 | 25 | 40 | 39 | 40 | 40 | 121 | 159 |
| I. Kalkspat | 40 | 39 | 37 | 37 | 40 | 40 | 40 | 40 | 153 | 160 |
| K. Kohle | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 160 | 160 |
| L. Schwarze Zinkblende | 29 | 26 | 17 | 13 | 40 | 36 | 40 | 36 | 85 | 152 |
| M. Gelbe Zinkblende | 32 | 28 | 20 | 13 | 40 | 31 | 35 | 33 | 93 | 139 |
| N. Eisenspat | 37 | 32 | 17 | 17 | 40 | 38 | 40 | 38 | 103 | 156 |
| Summe der Glieder der Vertikalspalten | 414 | 355 | 274 | 230 | 502 | 465 | 481 | 432 | — | — |

1) Tabelle 2 und 3.

Als erstes suchen wir aus der quantitativen Verteilung der Mineralkörner zu erkennen, ob sich auch hier unsere Folgerung über den Einfluß der Fallhöhe bzw. der Durchdringungsgeschwindigkeit bestätigt. Da es nicht angeht, jeden Einzelbeweis für diese Beobachtung durchzusprechen, sollen nur einige Musterbeispiele herausgegriffen werden. So stehen in Tabelle 8 folgende Werte, von denen der zweite stets der Aufgabe aus höherem Abstande entspricht, einander gegenüber: bei Bleiglanz: 32 gegen 36, 33 gegen 40, 4 gegen 8, 9 gegen 23; bei Pyrit: 2 gegen 14, 6 gegen 20, 0 gegen 1, 2 gegen 4 usf. bei allen folgenden Mineralien. In den Abteilungen 1 bis 5 setzen sich durchgehend bei größerer Fallhöhe mehr Körner ab als bei kleinerer; ähnlichen Verschiedenheiten begegnen wir in Tabelle 9 für die Querabteilungen 6 bis 13. Finden wir am vorderen Ende der Rinne die Mineralien, die aus höherem Niveau auf den Schaum gelangen, in größerer Anzahl als die, welche mit geringerer Geschwindigkeit den Schaum erreichen, so müssen wir am unteren Rinnenende umgekehrten Mengenverhältnissen begegnen. Daß dem so ist, beweisen einige Zahlenwerte aus Tabelle 11, also von den Abteilungen 22 bis 25; bei Bleiglanz findet man 26 gegen 25, 20 gegen 11, bei Pyrit 32 und 14, 16 und 3, 36 und 33, 32 und 29. In der überwiegenden Zahl der Fälle ist der zweite Wert kleiner als der erste. Außer aus den Einzelwerten, von denen einige Beispiele angeführt wurden, kann man eine Bestätigung für die Schlußfolgerung bzw. für den Einfluß der Fallhöhe auch aus den Zahlenwerten erkennen, welche die Summen der Glieder der Vertikalspalten wiedergeben. So finden sich in Tabelle 8 die Werte 38 und 81, 43 und 102, 4 und 11, 16 und 53 gegen die Zahlen 414 und 274, 355 und 230, 502 und 481, 465 und 432 in Tabelle 11. Diese Summen der Vertikalspalten sind aus den Tabellen 8 bis 11 entnommen, zur Tabelle 12 (S. 29) vereint und weiterhin in Tabelle 13 (S. 29) in Prozentzahlen umgerechnet worden.

Besonders aus Tabelle 13 erkennt man deutlich, daß am oberen Ende der Rinne die aus höherem Niveau aufgegebenen Körner, am unteren die aus niederer Fallhöhe in den Schaum gelangenden reichlicher fallen. Die Fallhöhe ist also für die Durchdringungsgeschwindigkeit von Mineralien durch einen Schaum von großer Bedeutung.

Aus den Tabellen 8 bis 11 läßt sich ferner ersehen, inwiefern die Durchdringungsdauer des Korns durch den Schaum von der Korngröße abhängig ist. Es soll nicht Aufgabe sein, an dieser Stelle jeden Einzelwert daraufhin zu untersuchen; jedenfalls gilt mit geringen Ausnahmen, daß ein größeres Korn desselben Minerals bei gleicher Art der Aufgabe früher zu Boden sinkt

Tabelle 12.

| Summe der Glieder der Vertikalspalten in Spalte . . . . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tabelle 8 . . . . . | 38 | 43 | 81 | 102 | 4 | 16 | 11 | 53 |
| Tabelle 9 . . . . . | 22 | 65 | 94 | 124 | 4 | 18 | 16 | 18 |
| Tabelle 10 . . . . . | 46 | 57 | 71 | 64 | 10 | 21 | 12 | 17 |
| Tabelle 11 . . . . . | 414 | 355 | 274 | 230 | 502 | 465 | 481 | 432 |
| Summe | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 |

Tabelle 13. Umrechnung von Tabelle 12 in Prozentzahlen.

| Verteilung der Glieder der Vertikalspalten in Prozentzahlen in Spalte . . . . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tabelle 8 . . . . . | 7,3 | 8,3 | 15,6 | 19,6 | 0,8 | 3,1 | 2,1 | 10,2 |
| Tabelle 9 . . . . . | 4,2 | 12,5 | 18,1 | 23,9 | 0,8 | 3,5 | 3,1 | 3,5 |
| Tabelle 10 . . . . . | 8,9 | 11,0 | 13,7 | 12,3 | 1,9 | 4,0 | 2,3 | 3,3 |
| Tabelle 11 . . . . . | 79,6 | 68,2 | 52,6 | 44,2 | 96,5 | 89,4 | 92,5 | 83,0 |
| Summe | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

wie ein kleineres, bzw. am oberen Rinnenende quantitativ stärker vertreten ist wie am unteren. Diese Tatsache demonstriert besonders deutlich wieder Tabelle 13, die Durchschnittswerte repräsentiert.

Aus ihr ist weiterhin der Einfluß der Benetzung des Korns zu erkennen. Danach läßt sich die Wirkung einer vorherigen Benetzung in etwa mit derjenigen vergleichen, welche eine Aufgabe des Korns aus höherem Niveau oder eine Vergröberung des Korns zur Folge hat. Auch bei Betrachtung der mehr von Versuchsfehlern abhängigen Einzelwerte wird man bestätigt finden, daß dieser Vergleich in den meisten Fällen zu Recht besteht.

Als weitere Folgerung wurde bei den Versuchen auf ruhenden Schaumschichten aufgestellt, daß bei gleicher Art der Aufgabe spezifisch schwere Mineralien einen Schaum schneller durchdringen wie spezifisch leichte der gleichen Größe. Auch dies finden wir in unseren Versuchen auf bewegter Schaumschicht bestätigt. Betrachtet man beispielsweise die Vertikalspalten der Tabelle 8 von oben nach unten, so wird man erkennen, daß mit sinkendem spezifischen Gewicht die Anzahl der in den Abteilungen 1 bis 5 gefallenen Körner abnimmt. Wie zu erwarten, zeigt Tabelle 11 die umgekehrten Verhältnisse: am unteren Rinnenende fallen bei gleicher Art der Aufgabe die spezifisch leichteren Mineralien derselben Größe in größerer Anzahl wie die schwereren; dementsprechend wachsen dort die Werte in den Vertikalspalten von oben nach unten, also mit abnehmendem spezifischen Gewicht. Ähnliche Beobachtungen kann man in den Tabellen 8 bis 11 machen, wenn man die für jede Korngröße addierten Werte der einzelnen Mineralien betrachtet. Diese in die Tabellen 8 bis 11 eingetragenen Summen sind aus dem für eine Korngröße gefundenen Werte gebildet. In Tabelle 8 nehmen sie mit abnehmendem spezifischen Gewichte der untersuchten Mineralien ab, in Tabelle 11 steigen sie mit abnehmendem spezifischen Gewicht; rechnet man diese in Tabelle 8 bis 11 eingetragenen Werte in Prozentzahlen um, so gelangt man zu Tabelle 14 (S. 30).

Aus dieser Tabelle 14 erkennt man bei einer Durchmusterung der Vertikalspalten den Einfluß des spezifischen Gewichts ebenfalls recht deutlich. In den ersten Abteilungen fallen am stärksten die spezifisch schweren Mineralien, am Rinnenende die leichteren.

Die prozentuale Zusammenstellung in Tabelle 14 lenkt auch die Aufmerksamkeit auf die Unterschiede, die sich in der quantitativen Verteilung spezifisch annähernd gleich schwerer Mineralien zeigen. So erkennt man Verschiedenheiten bei Magnetkies und Chromit, Kupferkies und Psilomelan, Quarz und Kalkspat, Zinkblende und Eisenspat, und man ist wohl berechtigt, den Grund für diese mit in dem verschiedenartigen Habitus und der Art der Spaltbarkeit der Mineralien zu suchen.

Tabelle 14. Umrechnung der Werte in den Vertikalspalten 11 und 12 der Tabellen 8 bis 11 in Prozentzahlen.

| Vertikalspalte | 11 | | | | | 12 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tabelle | 8 | 9 | 10 | 11 | Summe | 8 | 9 | 10 | 11 | Summe |
| Querabteilung | 1 - 5 | 6—13 | 14 - 21 | 22 - 25 | von 1 - 25 | 1—5 | 6—13 | 14 - 21 | 22 - 25 | von 1 - 25 |
| A. Bleiglanz | 88,1 | 6,9 | 3,1 | 1,9 | 100,0 | 27,5 | 11,9 | 9,4 | 51,2 | 100,0 |
| B. Pyrit | 26,3 | 24,4 | 8,7 | 40,6 | 100,0 | 4,3 | 8,1 | 6,3 | 81,3 | 100,0 |
| C. Ilmenit | 12,5 | 16,9 | 15,0 | 55,6 | 100,0 | 3,1 | 3,8 | 3,1 | 90,0 | 100,0 |
| D. Magnetkies | 7,5 | 19,4 | 10,0 | 63,1 | 100,0 | 6,2 | 1,9 | 3,8 | 88,1 | 100,0 |
| E. Chromit | 4,4 | 15,0 | 17,5 | 63,1 | 100,0 | 1,3 | — | 1,2 | 97,5 | 100,0 |
| F. Kupferkies | 3,8 | 20,0 | 14,3 | 61,9 | 100,0 | 2,5 | 3,1 | 1,3 | 93,1 | 100,0 |
| G. Psilomelan | 5,2 | 18,9 | 13,8 | 62,5 | 100,0 | 1,9 | 0,6 | 2,5 | 95,0 | 100,0 |
| H. Quarz | 1,3 | 11,8 | 11,3 | 75,6 | 100,0 | — | 0,6 | — | 99,4 | 100,0 |
| J. Kalkspat | — | 0,6 | 3,8 | 95,6 | 100,0 | — | — | — | 100,0 | 100,0 |
| K. Kohle | — | — | — | 100,0 | 100,0 | — | — | — | 100,0 | 100,0 |
| L. Schwarze Zinkblende | 8,1 | 21,3 | 17,5 | 53,1 | 100,0 | 1,3 | 1,2 | 2,5 | 95,0 | 100,0 |
| M. Gelbe Zinkblende | 3,8 | 19,3 | 18,8 | 58,1 | 100,0 | 4,4 | 3,8 | 5,0 | 86,8 | 100,0 |
| N. Eisenspat | 4,4 | 16,2 | 15,0 | 64,4 | 100,0 | — | — | 2,5 | 97,5 | 100,0 |

Außerdem müssen wir aber auch hier wieder der chemischen Konstitution in ihrer Einwirkung auf die Benetzbarkeit einen Einfluß auf die Durchdringungsdauer des Korns durch den Schaum einräumen. So sehen wir beispielsweise bei Ilmenit und Pyrit, die recht ähnliche Oberflächengestaltung haben, in Tabelle 14 und auch in den Tabellen 8 bis 11 mitunter recht starke Verteilungsunterschiede. Der Einfluß der chemischen Konstitution ist sowohl bei vorher benetzten wie unbenetzten Mineralien zu erkennen, wenn er auch bei letzteren besonders deutlich hervortritt.

Die Versuche, auf bewegten Schaumschichten haben somit im großen und ganzen die Schlußfolgerungen aus den Untersuchungen auf ruhender Schaumschicht bestätigt.

## IV.

## Verwendungsgebiet in der Praxis.

Die gezogenen Schlußfolgerungen sowie die experimentelle Behandlung des Problems in kleinem Maßstabe dürfte schließlich auch erwiesen haben, daß die praktische Durchführbarkeit eines Verfahrens zur Trennung von Mineralien unter Verwendung von Schäumen nicht außerhalb des Bereiches der Möglichkeit liegt. Wir haben erkannt, daß das spezifische Gewicht und die Korngröße von Einfluß auf die Durchdringungsdauer eines Minerals sind und dürften somit auf Grund dieser wiederholt angestellten Beobachtungen bei technisch-vervollkommneter Apparatur eine Klassierung bzw. Sortierung von Mineralien erreichen.[1] In seinen Aufgaben wie auch in den Grundlagen würde ein solches Verfahren am ehesten den altbekannten nassen Aufbereitungsverfahren entsprechen; als möglicher Vorzug tritt aber gegen diese hinzu, daß die Regulierbarkeit des Schaumes, die bei Versuchen in kleinem Rahmen nur schwer durchführbar ist, bei Wahl geeigneter Mittel das Anwendungsgebiet des Verfahrens nicht unbeträchtlich erweitert. So wird eine sehr feine Einstellung der Apparatur auf ein gewünschtes Endprodukt hin wohl möglich sein; besonders dienlich wird hierfür die Veränderung des Fallniveaus oder der Mächtigkeit der

1) Es läßt sich vermuten, daß sich Korn von etwa 8 mm mit besonders starken Schäumen trennen läßt, und daß man Korngrößen bis zu 1 mm ohne besondere Schwierigkeiten bei schwachen Schäumen erfolgreich dem Verfahren unterziehen kann. Auch ist wohl möglich, daß sich noch kleinere Korngrößen nach dem gleichen Prinzip trennen lassen, falls man das Gut durch den Schaum durchschleudert.

Schaumschicht sein. Daß die Dicke der Schaumschicht von Einfluß auf die Durchgangsdauer eines Mineralkorns ist, konnte nicht besonders in den vorliegenden Versuchsreihen, die sich nur auf Schaumschichten von möglichst gleichbleibenden Eigenschaften erstreckten, nachgewiesen werden; doch gibt ja die zuletzt aufgestellte Folgerung, welche die Geschwindigkeit des durchdringenden Korns betrifft, bereits einen Hinweis darauf, daß ein starker Schaum die Bewegung des Korns mehr verlangsamt wie ein schwacher. Zum andern kann auch eine Veränderung der Eigenschaften des Schaumes eine feine Einstellung auf ein gewünschtes Endprodukt ermöglichen. Hierzu seien einige Hilfsmittel aufgezählt, welche der Praxis wohl zur Verfügung stehen werden: Veränderung der Lösung (Zusatz von Alkali, Säure, Verstärkung, Abschwächung oder dgl.), konstruktive Veränderung der schaumbildenden Welle, Regelung der Geschwindigkeit durch stärkere oder schwächere Flüssigkeitsaufgabe, durch Neigung des Apparats usf.

Schließlich seien einige mutmaßliche Vorzüge praktisch-technischer Art zusammengestellt, welche Apparate, denen das behandelte neue Aufbereitungsprinzip zugrunde liegt, den bisher üblichen Maschinen der nassen Aufbereitung gegenüber wohl aufweisen werden:

die Möglichkeit, während des Betriebes die Apparate auf gewünschte Endprodukte einzustellen; die Möglichkeit, mit dem gleichen Apparate verschiedene Korngrößen und Mineralien trennen zu können, ohne Siebe oder dgl. auswechseln zu müssen;

der mechanisch vorteilhafte Antrieb der schaumbildenden Welle, insofern dieser eine direkte Kuppelung mit Elektromotor zuläßt;

der geringe Kraftbedarf und dergleichen mehr.

Einen besonderen Erfolg des neuen Aufbereitungsprinzips darf man wohl auf den Gebieten erwarten, die der nassen Aufbereitung deren Grundlagen entsprechend verschlossen bleiben müssen. Es sind dies die Fälle, wo eine Trennung nach dem spezifischen Gewicht bzw. der Korngröße des Gutes nicht mehr möglich, und wo man gezwungen ist, andere Eigenschaften der zu trennenden Mineralien der Technik nutzbar zu machen. Hier wird das Verfahren, dank seiner Empfindlichkeit auf mancherlei spezifische Eigenschaften des zu trennenden Gutes ein großes Anwendungsgebiet vorfinden; es sei hier beispielsweise darauf aufmerksam gemacht, daß eine praktische Trennung von Zinkblende und Eisenspat, Quarz und Kalkspat nach den Resultaten der primitiven Laboratoriumsversuche durchaus im Bereiche der Möglichkeit liegt. In diesem Sinne weiterzuarbeiten, muß der Praxis vorbehalten bleiben.

---

## V.

## Zusammenfassung.

Nach einem kurzen Überblick über die bisher bekannten nassen Aufbereitungsverfahren und die Prinzipien, welche ihnen zugrunde liegen, wurde eine Zusammenstellung über Schaumbildung und Reproduzierbarkeit von gleichartigen Schäumen gegeben. Dann wurden Fallversuche, die auf einer ruhenden Schaumschicht mit einigen typischen Mineralien vorgenommen wurden, beschrieben und in der Diskussion der erhaltenen Resultate folgende fünf Sätze aufgestellt und erläutert:

a) Bei dem gleichen Mineral und der gleichen Schaumschicht wachsen die Durchdringungszeiten des Minerals durch den Schaum mit abnehmender Korngröße.

b) Bei dem gleichen Mineral, gleicher Schaumschicht und gleicher Korngröße durchdringt vorher benetztes Korn einen Schaum wesentlich schneller wie unbenetztes Korn.

c) Bei gleicher Korngröße und gleicher Schaumschicht durchdringen im allgemeinen spezifisch schwere Mineralien den Schaum schneller wie spezifisch leichte.

d) Bei dem Durchdringen eines Korns durch eine Schaumschicht ist die Struktur insofern von Einfluß auf die Durchdringungszeit, als ein glattes, scharfkantiges oder rundes Korn den Schaum schneller durchdringt als ein rauhes, flaches.

e) Bei dem Durchdringen eines Korns durch einen Schaum ist die chemische Konstitution des ersteren von Bedeutung und zwar in deren Einfluß auf die Benetzbarkeit des Kornes.

Dann wurde die technische Möglichkeit einer sich fortbewegenden, stets sich erneuernden Schaumschicht bewiesen. Fallversuche auf bewegter Schaumschicht bestätigten wiederholt die oben stehenden Folgerungen, zu denen im Verlaufe der Versuche folgende hinzutrat:

f) Bei dem Durchdringen eines Korns durch einen Schaum ist die Geschwindigkeit, mit der dasselbe den Schaum erreicht und zu durchdringen gezwungen ist, von Bedeutung für die Dauer des Durchgangs.

Der Zweck der Untersuchungen, eine Prüfung in großem Maßstabe anzuregen, wurde mitgeteilt und die Verwendungsmöglichkeit in der Praxis besprochen; hierbei wurde auf die Stellung hingewiesen, die Verfahren, welchen das neue Aufbereitungsprinzip zugrunde liegt, altbekannten Verfahren gegenüber wohl einnehmen dürften.

---

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.